

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA “ECO RUTA DE CAMINATA Y
BICICLETA RÍO SAN JOSÉ” Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED VIAL
DEL “COMPLEJO INTEGRAL AGROECOLÓGICO SAN JOSÉ DE
AYORA, CANTÓN CAYAMBE”**

**AUTORES:
ALEXIS DAVID ESCOBAR TOBAR
OSCAR ADOLFO FLORES GUAMÁN**

**TUTOR:
BYRON IVÁN ALTAMIRANO LEÓN**

Quito, agosto de 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Alexis David Escobar Tobar y Oscar Adolfo Flores Guamán, con documento de identificación N° 1722978077 y 1725484347, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ECO RUTA DE CAMINATA Y BICICLETA RÍO SAN JOSÉ Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED VIAL DEL COMPLEJO INTEGRAL AGROECOLÓGICO SAN JOSÉ DE AYORA, CANTÓN CAYAMBE”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIEROS CIVILES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: Alexis Escobar

Cédula: 1722978077



Nombre: Oscar Flores

Cédula: 1725484347

Quito, agosto de 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, con el tema: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA “ECO RUTA DE CAMINATA Y BICICLETA RÍO SAN JOSÉ” Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED VIAL DEL “COMPLEJO INTEGRAL AGROECOLÓGICO SAN JOSÉ DE AYORA, CANTÓN CAYAMBE”, realizado por Alexis David Escobar Tobar y Oscar Adolfo Flores Guamán, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto de 2018



Byron Iván Altamirano León
Cédula: 1709301590

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
ESTUDIOS PRELIMINARES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Problema	2
1.2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto	2
1.3 Localización:	3
1.4 Límites:	3
1.5 Población:.....	3
1.6 Justificación.....	4
1.7 Objetivo General.....	5
1.8 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1 Eco Ruta de caminata y bicicleta.....	6
2.1.1 Criterios Generales	6
2.1.2 Las Dimensiones de la bicicleta	8
2.1.3 Las dimensiones de los estacionamientos de bicicletas	9
2.1.4 La velocidad de diseño.....	10
2.1.5 La aceleración y el frenado	10
2.1.6 La estabilidad, el balanceo y la sección libre	10
2.1.7 Curvas horizontales en ciclo rutas	12
2.1.8 Visibilidad para el ciclista	13
2.1.9 Diseño geométrico Horizontal.....	15
2.1.10 Diseño geométrico vertical	19
2.1.11 Combinación de los alineamientos verticales y horizontales.	24
2.1.12 Sección transversal	25
2.2 Red vial	27
2.2.1 Clasificación del tipo de vía.	27
2.2.2 Velocidad de diseño	30
2.2.3 Velocidad de Circulación.....	31
2.2.4 Alineamiento horizontal.....	31
2.2.5 Alineamiento Vertical.	32
2.2.6 Diseño de pavimento.....	34
2.3 Drenaje Vial	35
2.3.1 Criterios generales	35
2.3.2 Drenaje longitudinal	35
2.3.3 Drenaje transversal	36
2.3.4 Intensidad de lluvia para un periodo de retorno	36
2.3.5 Coeficiente de escorrentía	39
2.3.6 Diseño hidráulico de cunetas.....	40
2.3.7 Diseño hidráulico de Alcantarillas.....	48
2.4 Señalización.....	52
CAPÍTULO III	58
MARCO METODOLÓGICO	58
3.1 Recopilación y preparación de información básica	58

3.1.1	Información cartográfica y topográfica	58
3.1.2	Recopilar y analizar la información geológica - geotécnica del sector.	59
3.1.3	Información climatológica e hidrológica	60
3.2	Generación de información	63
3.2.1	Generación de información topográfica.....	63
3.2.2	Generación de información geotécnica.....	69
3.2.3	Generación de información hidrológica.....	72
3.3	Análisis e interpretación de información	80
3.3.1	Elaboración de planos topográficos	80
3.3.2	Caracterización física y mecánica del suelo del lugar	80
3.3.3	Elaboración de informes con el caudal de crecida máximo de río San José, en el periodo de retorno establecido.....	82
CAPÍTULO IV		99
DISEÑOS		99
4.1	Planteamiento de alternativas para la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.	99
4.2	Diseño preliminar de la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.	99
4.2.1	Diseño y dibujo del proyecto horizontal y vertical.....	100
4.2.2	Diseño geométrico horizontal	100
4.2.3	Diseño geométrico vertical.....	102
4.3	Diseño a nivel de factibilidad de la “Eco ruta de caminata y bicicleta Río San José”	113
4.3.1	Diseño geométrico	113
4.3.2	Capa de rodadura	113
4.3.3	Señalización de la eco ruta.	117
4.4	Diseño geométrico de la red vial y la zona de parqueaderos del complejo Integral Agroecológico San José de Ayora.	117
4.4.1	Diseño geométrico horizontal	118
4.5	Diseño estructural de la capa de rodadura de la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.	136
4.5.1	Requerimientos técnicos.	138
4.6	Diseño del drenaje de la de la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.	141
4.6.1	Diseño del drenaje longitudinal.....	141
4.6.2	Diseño del drenaje transversal.....	153
CAPÍTULO V		157
PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS		157
5.1	Presupuesto total del proyecto de la “eco ruta de caminata y bicicleta Río San José” y red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.	157
5.1.1	Presupuesto de la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta Río San José.....	157
5.1.2	Presupuesto de la Red Vial del Complejo Agroecológico Integral San José de Ayora.	158
5.2	Cronograma valorado de ejecución del proyecto “eco ruta de caminata y bicicleta Río San José” y red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.	159
CAPÍTULO VI		162
IMPACTO AMBIENTAL		162
6.1	Informe de impacto ambiental generado por el proyecto.	162

6.1.1	Situación actual	162
6.1.2	Caracterización ambiental.	162
6.1.3	Valoración de impactos ambientales.	166
6.1.4	Identificación y calificación de impactos fase de construcción	167
6.1.5	Medidas mitigadoras de impacto ambiental.....	171
7.	CONCLUSIONES	174
8.	RECOMENDACIONES	176
9.	REFERENCIAS	177
10.	ANEXOS	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Linderos del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora	3
Tabla 2. Pendientes máximas extraordinarias para la ciclovía.	6
Tabla 3. Dimensiones de la bicicleta (cm)	9
Tabla 4. Visibilidad para ciclistas.....	14
Tabla 5. Parámetros para el cálculo de la Tangente intermedia mínima	19
Tabla 6. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas.....	22
Tabla 7. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas.	24
Tabla 8. Taludes de corte	26
Tabla 9. Taludes de relleno	27
Tabla 10. Función de la vía de acuerdo al TPDA.....	30
Tabla 11. Relación entre la velocidad de diseño y velocidad de circulación.....	31
Tabla 12. Características de vías principales.....	32
Tabla 13. Distancia de visibilidad mínima de parada	34
Tabla 14. Periodo de retorno para diferentes obras de drenaje	36
Tabla 15. Coeficientes de escorrentía	40
Tabla 16. Resumen de los coeficientes de escorrentía del proyecto.....	40
Tabla 17. Coeficientes de rugosidad de Manning	46
Tabla 18. Capacidad hidráulica de cuneta triangular y circular	47
Tabla 19. Velocidades de agua no erosionables para diferentes materiales.....	48
Tabla 20. Geología de la Parroquia San José de Ayora	60
Tabla 21. Coordenadas de los puntos de control	65
Tabla 22. Sondeos Geotécnicos	70
Tabla 23. Resumen de Resultados de los Sondeos Geotécnicos	71
Tabla 24. Ubicación de la cuenca Granobles AJ Guachalá en las cartas topográficas	72
Tabla 25. Estaciones meteorológicas cercanas y dentro de la cuenca	73
Tabla 26. Cuadro de análisis de la información existente de las estaciones meteorológicas.....	75
Tabla 27. Cuadro de información existente de las estaciones meteorológicas seleccionas para el estudio	76
Tabla 28. Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio.....	77
Tabla 29. Estaciones hidrológicas dentro de la cuenca.....	77
Tabla 30. cuadro de análisis de la información existente de las estaciones hidrológicas	78
Tabla 31. Estación hidrológica para el estudio.....	78
Tabla 32. CBR ordenado descendientemente.....	80
Tabla 33. Clasificación de suelas para infraestructura de pavimentos	81
Tabla 34. Parámetros físico-morfométricos de las cuencas	82
Tabla 35. Resumen de valores de precipitación media en mm	86
Tabla 36. Resumen estadístico de las funciones de distribución.....	88
Tabla 37. Caudales generados mediante distribuciones de probabilidad y transposición de caudales	90
Tabla 38. Precipitaciones máximas TR10, TR25	91
Tabla 39. Resumen caudales máximos estimados por el método SCS.....	92
Tabla 40. Resumen de caudales por diferentes métodos.....	92
Tabla 41. Valores de cotas máximas de inundación para distintas abscisas	94

Tabla 42. Criterios adoptados para el diseño de la Eco Ruta	100
Tabla 43. Resumen de curvas horizontales existentes en la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.	101
Tabla 44. Resumen de curvas verticales existentes en la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José	102
Tabla 45. Movimiento de tierras Eco Ruta Río San José.....	104
Tabla 46. Suelo existente vs normativa.....	115
Tabla 47. Granulometría de la mezcla 1/1.5 Sondeo 3/Sondeo 4.....	116
Tabla 48. Granulometría de la mezcla 2/1 Sondeo 7/Sondeo 4	116
Tabla 49. Criterios adoptados para el diseño de Red Vial	118
Tabla 50. Resumen de curvas horizontales existentes en la Red vial.	119
Tabla 51. Resumen de curvas verticales existentes en la Red vial.	120
Tabla 52. Diagrama de masas la Calle “A” Alineación norte.	122
Tabla 53. Diagrama de masas la Calle “A”. Alineación Sur.....	126
Tabla 54. Diagrama de masas la Calle “1”. Norte	129
Tabla 55. Diagrama de masas la Calle “1”. Sur	131
Tabla 56. Diagrama de masas la Calle “2”. Sur	132
Tabla 57. Diagrama de masas del acceso	134
Tabla 58. Características Físico - Mecánicas del material de empedrado	138
Tabla 59. Características de la subrasante y diseño geométrico.....	138
Tabla 60. Características Físico - Mecánicas de la arena para el mortero de recubrimiento de cunetas.....	141
Tabla 61. Coeficientes de escorrentía utilizados en el proyecto.	141
Tabla 62. Cálculo del caudal de cunetas de la ciclovía, lado derecho y lado izquierdo	142
Tabla 63. Cálculo del caudal de cunetas de la vía, lado derecho y lado izquierdo ..	144
Tabla 64. Criterios y parámetros utilizados en el diseño de cunetas	145
Tabla 65. Diseño hidráulico de cuneta de ciclovía lado derecho	146
Tabla 66. Diseño hidráulico de cuneta de ciclovía lado izquierdo	149
Tabla 67. Diseño hidráulico de cuneta de la vía	152
Tabla 68. Cálculo del caudal de alcantarillas	154
Tabla 69. Coeficientes de rugosidad de Manning seleccionados para diseño	155
Tabla 70. Diseño hidráulico de alcantarillas	156
Tabla 71. Presupuesto de la Eco Ruta.....	157
Tabla 72. Presupuesto de la Red Vial del Complejo Agroecológico Integral San José de Ayora.	158
Tabla 73. Cronograma Valorado de la Eco ruta de Caminata y Bicicleta	160
Tabla 74. Cronograma Valorado de la Red Vial del complejo Agroecológico San José de Ayora.	161
Tabla 75. Tipos de suelos de la parroquia San José de Ayora	164
Tabla 76. Códigos Valorización de impacto ambiental	167
Tabla 77. Identificación y calificación de impactos, fase de construcción	168
Tabla 78. Identificación y calificación de impactos, fase de operación	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección libre para la bicicleta	12
Figura 2. Relación entre el radio de curva y la velocidad de la bicicleta.....	13
Figura 3. Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades	15
Figura 4. Elementos de una curva circular simple.....	16
Figura 5. Tangente intermedia mínima (TIM)	18
Figura 6. Elementos de una curva vertical	20
Figura 7. Caracterización del tráfico.....	28
Figura 8. Zonificación de intensidades de precipitación en 24 horas para diferente periodo de retorno	37
Figura 9. Mapa de zonificación de intensidades de la demarcación de esmeraldas ...	38
Figura 10. Mapa de intensidades máximas en 24 horas. Periodo de retorno 25 años.	39
Figura 11. Vista en planta vía.....	41
Figura 12. Sección Tramo de carretera en relleno (Terraplén)	42
Figura 13. Tramo de carretera a media ladera	43
Figura 14. Tramo de carretera en corte	44
Figura 15. Señal de pare.....	53
Figura 16. Señal de no entre.	53
Figura 17. Señal de ciclovía.	54
Figura 18. Señal de límite máximo de velocidad.	55
Figura 19. Señal indicadora de aproximación de cruce de vías.	55
Figura 20. Señal de empalme lateral en curva.....	56
Figura 21. Forma general de señalización vertical informativa.	56
Figura 22. Señal con paso cebra en intersección controlada con un Pare.....	57
Figura 23. Ubicación del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora.....	59
Figura 24. Comportamiento típico de la temperatura de la parroquia San José de Ayora.....	61
Figura 25. Porcentaje de microcuencas de la parroquia de Ayora.	62
Figura 26. Precisión y Tiempos de observación.....	64
Figura 27. GPS 1200.....	64
Figura 28. Ubicación de los puntos GPS	65
Figura 29. Toma de datos RTK.	66
Figura 30. Post proceso realizado en LGO 7.0.....	67
Figura 31. Estación total Leica TS 02. Fotografía tomada en las riberas del río San José.....	68
Figura 32. Ubicación de la cuenca Granobles AJ Guachalá en las cartas topográficas	73
Figura 33. Ubicación del área de estudio en la cuenca	79
Figura 34. CBR de Diseño	81
Figura 35. Ubicación geográfica de los perfiles transversales.	93
Figura 36. Mapa de inundaciones del río San José del complejo integrador agroecológico San José de Ayora	98
Figura 37. Dimensiones de la cuneta de la Eco Ruta.....	103
Figura 38. Diagrama de Masas de la Eco Ruta "Río San José"	112
Figura 39. Diagrama de masas de la calle "A". Alienación norte.	126
Figura 40. Diagrama de masas de la calle "A". Alienación sur.	129
Figura 41. Diagrama de masas de la calle "1". Norte.....	130

Figura 42. Diagrama de masas de la calle “1”. Sur.	132
Figura 43. Diagrama de masas de la calle “2”	134
Figura 44. Diagrama de masas del acceso	136

RESUMEN

El presente proyecto está basado en el análisis de factibilidad para la implementación de una eco ruta de caminata y bicicleta perimetral al Complejo Integral Agroecológico San José, y el diseño de la red vehicular del mismo.

Basados en el levantamiento de información hidrológica existente y al no contar con información topográfica y geotécnica consistente, se opta por generar información relevante, mediante un levantamiento topográfico detallado y sondeos geotécnicos específicos.

A partir de la información topográfica se realizó el diseño geométrico horizontal y vertical, el correspondiente cálculo de volúmenes tanto de la eco ruta como de la red vial. Con la información geotécnica se realiza un análisis de la subrasante, identificando sus características físico - mecánicas, además de la determinación del tráfico probable para el complejo y con esto se procede a realizar el diseño estructural del pavimento, por lo cual se establece diseñar la red vial como un empedrado como capa de rodadura, mientras que para la Eco ruta de caminata y bicicleta se considera dejar una capa de agregados no tratados como capa de rodadura. Con la información hidrológica se procede a realizar un estudio de inundaciones del río San José, debido a que, la implementación de la eco ruta está prevista al margen del río. Para complementar los estudios se realiza el diseño de drenaje, señalización, evaluación de impacto ambiental, presupuestos y cronogramas valorados de la Red Vial y de la Eco Ruta de caminata y bicicleta de este complejo.

Palabras Clave: diseño, hidrológico, topográfico, geotécnica, eco ruta.

ABSTRACT

The present Project this based in the analyze of factibility for the implementation of a eco ruta of hike and perimeter bicycle to the Integral Agroecological Complex San José, and the design of the vehicular network of the same.

Based in the lift of hydrological information existing and by not having consistent topographic and geotechnical information, it opt to generate relevant information, through a lift detailed topographic and polls specific geotechnical.

From the topographic information is realized the geometric horizontal and vertical design, the corresponding calculation of volumes both eco route as from the road network. With the geotechnical information is realized an analyze of the subrasante, identifying its mechanical - physics characteristics, moreover determined the traffic probability for the Complex and with this is proceed to realize of pavement structural design, whereby is determinated design the vial network, as a cobblestone with a rolling layer while that for the Eco Ruta of hike and bicycle is considered leave a layer of untreated aggregates as a tread layer. With the hydrological information its proceed to realized a flood study of “San José” river, because, the implementation of the eco ruta it’s on the margin of the river. To complement the studies is realize the drainage design, signage, environmental impact assessment, budgets and values chronograms of the Road Network and the Eco Ruta of hike and Bike of this Complex.

Keywords: Design, Hydrological, topographic, geotechnical, Eco Ruta.

CAPÍTULO I

ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1 Introducción

El Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora pretende convertirse en un proyecto emblemático e insigne del sector y en un hito de desarrollo a nivel nacional, la Parroquia de Ayora tiene como mayor actividad económica la ganadería, con una producción de 29940 litros de leche diarios, seguido por la crianza de cerdos y animales menores. La agricultura también es una práctica común, utilizada más para el abastecimiento familiar, aunque los excedentes que se generan también son el impulso para negocios pequeños. En el Complejo Integral San José de Ayora se ha proyectado espacios para el desarrollo cultural y educativo, espacios que incentiven al turismo y a desarrollar actividades en familia que contribuyan a un sano entretenimiento (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015).

Con el objetivo de velar por un ordenado análisis, diseño, ejecución y manejo de este complejo, la Universidad Politécnica Salesiana se ha comprometido por medio de los estudiantes de distintas carreras a participar en diferentes áreas. La carrera de ingeniería Civil está a cargo en esta primera etapa de diseñar la red vial del complejo y, además, de realizar el análisis de factibilidad de la implementación de una Eco Ruta de caminata y bicicleta que tendrá un recorrido perimetral de la hacienda.

La red vial debe estar diseñada contemplando dos máximas, la primera es la seguridad y fluidez vehicular tanto al ingreso del complejo, ya que será a través de una desviación directa de la panamericana, como dentro del mismo. La segunda es garantizar la duración de la estructura de la vía, ya que estará sometida a cargas altas, aunque con

frecuencia moderada, debido a que a través de estas vías se realizará el abastecimiento y transporte de herramientas, accesorios, insumos y movilización de personal que certifique una adecuada y permanente operatividad del complejo.

Además el Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora pretende dar un impulso a uno de los deportes mayormente practicados en el norte del país, el ciclismo, es por esto que se realizará el análisis de factibilidad de una Eco Ruta de Caminata y Bicicleta la cual en su recorrido bordeará a la hacienda San José, permitiendo así un recorrido paralelo a los Ríos San José y Puluví, lo que se busca convertir en un atractivo para el turista, representa retos para la ingeniería, ya que al estar cerca de los ríos se debe atravesar, zonas de probables inundaciones y suelos inestables.

1.2 Problema

1.2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto

El complejo Integral Agroecológico San José de Ayora es una apuesta completamente innovadora, en la que se pretende incentivar el turismo, la producción, la cultura, la educación, la concientización ambiental y otros aspectos más, entre toda la población de la parroquia de Ayora y sus visitantes.

La Universidad Politécnica Salesiana está comprometida con la planificación y desarrollo del proyecto, es por lo que, la carrera de Ingeniería Civil aportará con los diseños de las obras de infraestructura del complejo. En la primera etapa del proyecto, y en lo que concierne a este trabajo se realizará el diseño definitivo de la red vial del complejo y además el análisis de factibilidad de un eco ruta de caminata y bicicleta perimetral al complejo. Dichos diseños y análisis se realizarán de acuerdo con las normas nacionales e internacionales vigentes.

1.3 Localización:

El complejo Integral Agroecológico San José de Ayora se ubica en la parroquia San José de Ayora, perteneciente al cantón Cayambe, provincia de Pichincha, a 77km al norte de la ciudad de Quito, sobre los 2750 msnm.

1.4 Límites:

El Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora tiene una extensión de 68,12 hectáreas. Cuyos linderos son:

Tabla 1
Linderos del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora

Lindero	Dimensión (m)	Descripción
Norte	1438.89	Río San José
Sur	1376.00	Quebrada Puluví
Este	1169.78	Carretera Panamericana E35
Oeste	En vértice	Intersección Río San José y Quebrada Puluví

Fuente: Escobar & Flores, 2018

1.5 Población:

Según el censo del 2010 la parroquia rural de San José de Ayora tiene una población de 11 255 habitantes con una tasa de crecimiento del 2.55%, lo que indica que para el 2018 la población ascendería a 13 767 habitantes, de los cuales, el 49% corresponde a hombres y el 51% a mujeres. La población comprendida entre el 1 año hasta los 14 años representa el 34,9% del total de la población; de los 15 a 39 años representa el 41,9%; entre los 45 a 64 años, el 16,9% y finalmente la población comprendida de los 65 años en adelante representa el 6,2 % (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015).

Evidenciando de esta manera que las personas de la parroquia que pueden aprovechar el proyecto, en una u otra de sus finalidades abarca a más del 75% de sus habitantes.

1.6 Justificación

El diseño del presente proyecto es un ante pasó a la construcción de una ciclovía que fomentará el turismo y promoverá el deporte y sano esparcimiento de los habitantes de la parroquia San José de Ayora y sus visitantes. Entre las principales actividades productivas de la parroquia se encuentran la agricultura y la ganadería, en estas actividades prácticamente se sustenta el desarrollo económico del sector las cuales se realizan a través de asociaciones de pequeños productores integrados en un plan que se prevé desarrollar de manera ordenada y sistemática en el Complejo Integral Agroecológico San José, en consecuencia es necesario contar con una red vial de excelentes características que permitan el fácil ingreso y una segura movilización dentro del complejo.

1.7 Objetivo General

Realizar el estudio de factibilidad de la “Eco ruta de caminata y bicicleta Río San José” y diseñar la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora”, ubicado en el Cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

1.8 Objetivos Específicos

- Analizar la factibilidad de la implantación de una eco ruta de caminata y bicicleta alrededor del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora”
- Realizar el estudio geotécnico para determinar las propiedades y características físicas y mecánicas del suelo.
- Realizar un mapa de inundaciones del tramo del río San José correspondiente al complejo mediante un análisis hidrológico y un modelo hidráulico del río.
- Realizar el diseño geométrico de la eco ruta de caminata y bicicleta precautelando la seguridad de los usuarios.
- Realizar el diseño geométrico de la red vehicular del complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, según lo estipulado en normativa vigente.
- Realizar el diseño estructural de la capa de rodadura de la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, según lo estipulado en normativa vigente.
- Realizar una evaluación medio ambiental del proyecto.
- Realizar un presupuesto y cronograma valorado, para una óptima ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Eco Ruta de caminata y bicicleta

2.1.1 Criterios Generales

Para realizar el diseño preliminar de la eco ruta de caminata y bicicleta es necesario definir criterios generales que debe tener en cuenta el proyectista de una ciclovía, los cuales según la Normativa chilena son los siguientes:

- i. Se deben evitar las pendientes excesivas, ya que desincentivan el uso de la bicicleta. Se aceptarán ciclovías con pendientes menores o iguales que 4%. Solo se permitirán pendientes mayores en tramos cortos, según la siguiente tabla:

Tabla 2.
Pendientes máximas extraordinarias para la ciclovía.

Pendiente (%)	Longitud máxima del tramo de subida (m)
11 a 12	10
7 a 10	20
5 a 6	65

Fuente: Ministerio de obras Públicas Chile . (2012). Seguridad vial. En manual de carreteras seguridad vial (pp. 1-30). Recuperado de URL:
http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/manualdecarreteras/Documents/Actualizacion_Indice-2012/Indice%20MC-V6_2012.pdf

- ii. Se deben minimizar los conflictos con los peatones, procurando no restarles espacio, comodidad o seguridad.
- iii. Se deben ofrecer soluciones seguras para las intersecciones entre los distintos tipos de tránsito buscando minimizar las paradas y tiempos de espera de los usuarios.
- iv. Se deberá proyectar una señalización clara para las ciclovías, aportando coherencia y continuidad para el tránsito de bicicletas. En especial se deberá definir claramente la prioridad de paso en las intersecciones.

v. Se deberá armonizar el tramo de ciclovía con el espacio físico en el que se inserta, procurando funcionalidad y mucha seguridad para los ciclistas.

vi. Será necesario identificar a tiempo la existencia de situaciones calificadas como riesgo ambiental, realizando estudios orientados a mitigar los problemas ambientales detectados (Ministerio de Obras Públicas Chile, 2017).

vii. “La bicicleta tiene muy poca amortiguación. Una superficie pareja y sin baches es una condición mínima para cumplir los requisitos de una infraestructura ciclo amistosa” (Crow, 2011, p.29). Como superficie de rodadura de la eco ruta se propone la subrasante debidamente conformada y compactada.

viii. Los ciclistas andan al aire libre. Lo cual tiene ventajas y desventajas, es ideal que la ciclovía ofrezca cobijo contra lluvia y viento cada cierta distancia, al mismo tiempo, el diseñador debe tomar en cuenta las ventajas propias de andar al aire libre y, por lo mismo la importancia del paisaje alrededor de las ciclo rutas. (Crow, 2011, p.29) Al diseñar la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José al borde del terreno delimitado por dos ríos, se enaltece el paisaje y forma parte del deleite de todo el recorrido ciclístico, además se prevé miradores y sitios de descanso a lo largo del recorrido.

ix. El uso de la bicicleta es una actividad social. Por esta razón, la ciclo ruta debe permitir que dos ciclistas anden juntos, el uno al lado del otro. particularmente en el caso en el que la ruta sea ocupada por muchos ciclistas recreacionales. (Crow, 2011, p.29)

Debido a este factor la recomendación de la normativa es que el ancho de una ciclovía de doble carril sea de 2.40 metros de circulación libre, en este caso como la ciclovía va a ser compartida también con usuarios que realicen recorridos de caminatas, el ancho libre será de 3.00 metros.

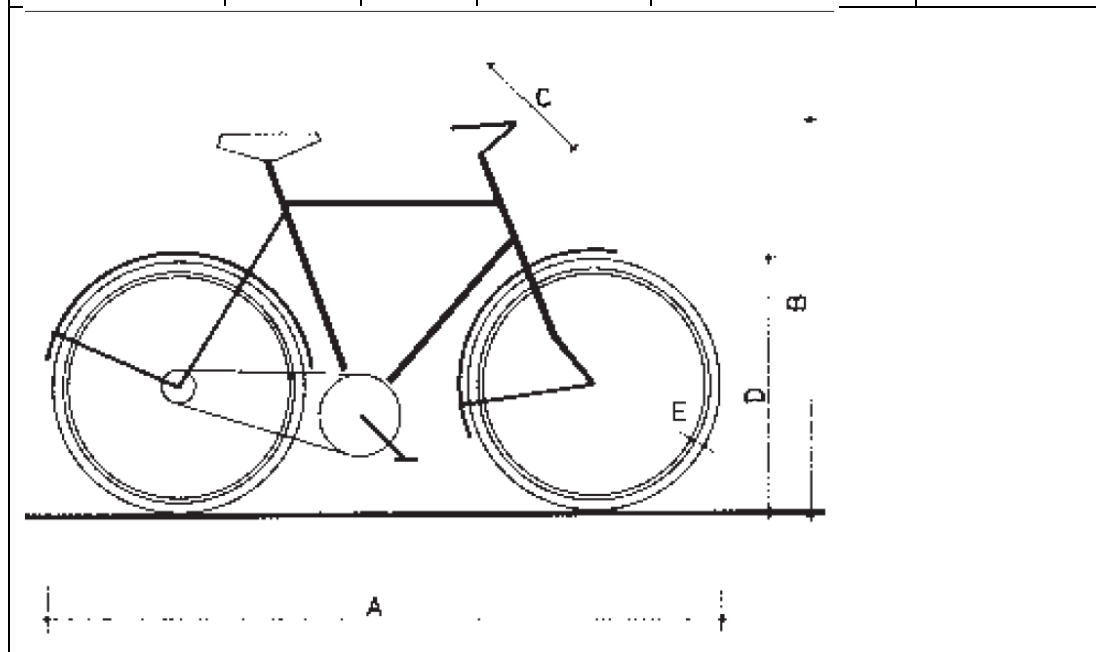
x. También es importante integrar a todos los modos de transporte a la red y al diseño (Crow,2011). En este complejo se pretende integrar al tráfico vehicular, tráfico de bicicletas y peatones. Por lo que se plantea que el tráfico vehicular de turistas y trabajadores del complejo se limite hasta la zona designada para parqueaderos, a partir de esta zona la manera de transportarse será en bicicleta y de manera peatonal. Mientras que el tránsito vehicular que se prevé en el interior del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora sea solamente el necesario para el ingreso y salida de productos indispensables para la producción. Por lo cual existe un solo punto en el que la eco ruta estará intersecada con la vía vehicular, en esta intersección se dará preferencia al ciclista y se garantizará la seguridad por medio de la señalización indicada en los planos de señalización anexados a este informe.

2.1.2 Las Dimensiones de la bicicleta

Las bicicletas vienen en todas formas y tamaños, lo que hace difícil homogenizar las características de las mismas, sin embargo, las dimensiones máximas son: ancho 0.75 metros, con o sin equipaje, largo 1.80 metros, siendo una bicicleta para un usuario adulto (Crow,2011). Las dimensiones presentadas en el siguiente cuadro abarcan el 95% de todas las bicicletas; por lo cual, estos valores se consideran suficiente para realizar un adecuado diseño de la ciclovía.

Tabla 3.
Dimensiones de la bicicleta (cm)

Tipo de bicicleta	Longitud (A)	Altura (B)	Ancho del manubrio (C)	Tamaño de la rueda incluido el neumático (D)	Grosor del Neumático (E)
Bicicleta de turismo para adultos	180 – 195	100 - 120	50 - 60	66 – 72	3.7 – 4.0
Bicicleta de carrera para adultos	170 – 190	100 – 120	45 – 60	66 – 72	2.5 – 3.0
Bicicleta de montaña	170 – 190	95 – 110	60 – 65	66 – 72	4.0 – 5.0
Bicicleta de niño	150 – 170	80 – 100	50 – 55	51 – 62	3.6 – 3.8
Bicicleta reclinada	170 – 220	40 – 60	60 – 70	-	-



Fuente: Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.
Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

2.1.3 Las dimensiones de los estacionamientos de bicicletas

Las dimensiones que determinan la cantidad de espacio que requiere una bicicleta estacionada son: el alto, la longitud y el ancho del manubrio. Se toma como medida referencial para parqueaderos de un solo nivel, una longitud de 2.00 metros y un ancho

de 0.65 metros. El ancho mínimo de la vía de acercamiento al ciclero es de 1.80 metros (Crow.2011).

2.1.4 La velocidad de diseño.

“La frecuencia de pedaleo de unas 70 revoluciones por minuto produce una velocidad aproximada de 15 a 20 km/h, dependiendo de los rasgos personales del ciclista, las propiedades de la bicicleta, y las condiciones ambientales” (Crow, 2011, p.45). Según investigaciones una velocidad de diseño de para ciclo rutas de calidad puede ser de 20 km/h a 30km/h (Crow, 2011). La velocidad adoptada para diseñar la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta Río San José es de 30km/h.

2.1.5 La aceleración y el frenado

“Cuando se parte desde una posición estática, se puede usar un valor de 0.8 a 1,2 m/s² de aceleración. La desaceleración depende de varios factores, pero se puede asumir un valor de frenado de unos 1,5 m/s² a unos 2,6m/s²” (Crow, 2011, p.46).

Con estos datos y aplicando ecuaciones básicas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado se logra determinar que la distancia de frenado es de 23.13 metros. El cual se consigue en 6 segundos, sin tomar en cuenta el tiempo de reacción. La distancia de frenado es un dato esencial para determinar las tangentes mínimas posterior a las curvas verticales.

2.1.6 La estabilidad, el balanceo y la sección libre

La estabilidad. Las bicicletas son vehículos inestables, para mantenerse estable en la bicicleta es necesario desplazarse a una velocidad mínima de 12 km/h, además de la

velocidad, la estabilidad también depende de factores externos como el viento y si la vía es lisa (Crow, 2011).

El balanceo. Al tratar de mantener la estabilidad los ciclistas se mueven ligeramente de un lado al otro, incluso cuando van a alta velocidad, esto depende también de la edad, experiencia, capacidad física, irregularidades en la superficie de suelo y los vientos cruzados. En condiciones normales el balanceo llega a unos 0,20 metros, pero para que una persona pueda parar y bajar de la bicicleta se necesita una pista de por lo menos 0,80 metros de ancho (Crow, 2011).

Además del balanceo, se debe tomar en cuenta también el miedo a los obstáculos, para bermas verdes y soleras bajas, la distancia del obstáculo debe ser 0,25 metros a 0,50 metros, dando un total la suma de la distancia del obstáculo y el balanceo un ancho mínimo de 0,75 metros.

“Sección libre: es el resultado de sumar el ancho requerido por la bicicleta y quien anda en ella, y los márgenes de seguridad que se les asigna al zigzaguo y el miedo a los obstáculos” (Crow, 2011, p.49). Al borde de la ciclovía se prevé sembrar árboles endémicos, como lo son los Sauces llorones, debido a que estas especies no son de gran altura y embellecerían el paisaje de la Eco ruta y mejorarán el confort del usuario al transitar por la misma.

Teniendo en cuenta que esta eco Ruta de bicicleta es diseñada con la premisa de que sirva para el relajamiento y sano esparcimiento, es necesario que los ciclistas puedan andar uno junto al otro, por lo cual se toma una sección libre de 3,00 metros.

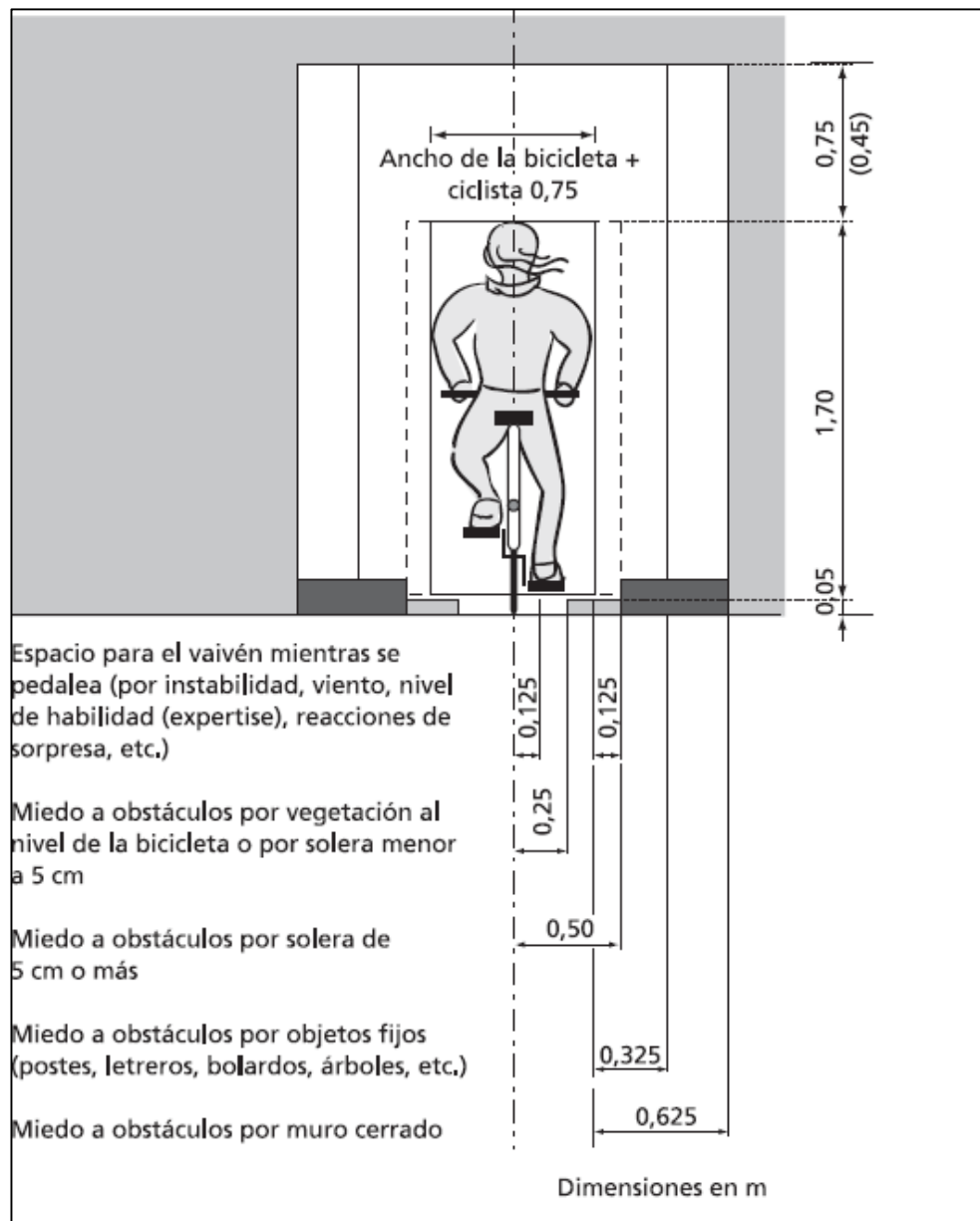


Figura 1. Sección libre para la bicicleta

Fuente: Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.

Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

2.1.7 Curvas horizontales en ciclo rutas

El radio de una curva afecta la velocidad de los y las ciclistas, el radio mínimo es de 5,00 metros para mantener una velocidad de 12km/h y de esta manera la estabilidad, mientras mayor sea la velocidad de diseño, mayor debe ser el radio de la curva. Para las ciclo rutas principales se aconseja un radio mayor a 20 metros, para una velocidad

de diseño de 30km/h (Crow, 2011). De acuerdo con la velocidad de diseño en el siguiente gráfico se puede observar el radio de curvatura mínimo recomendable.

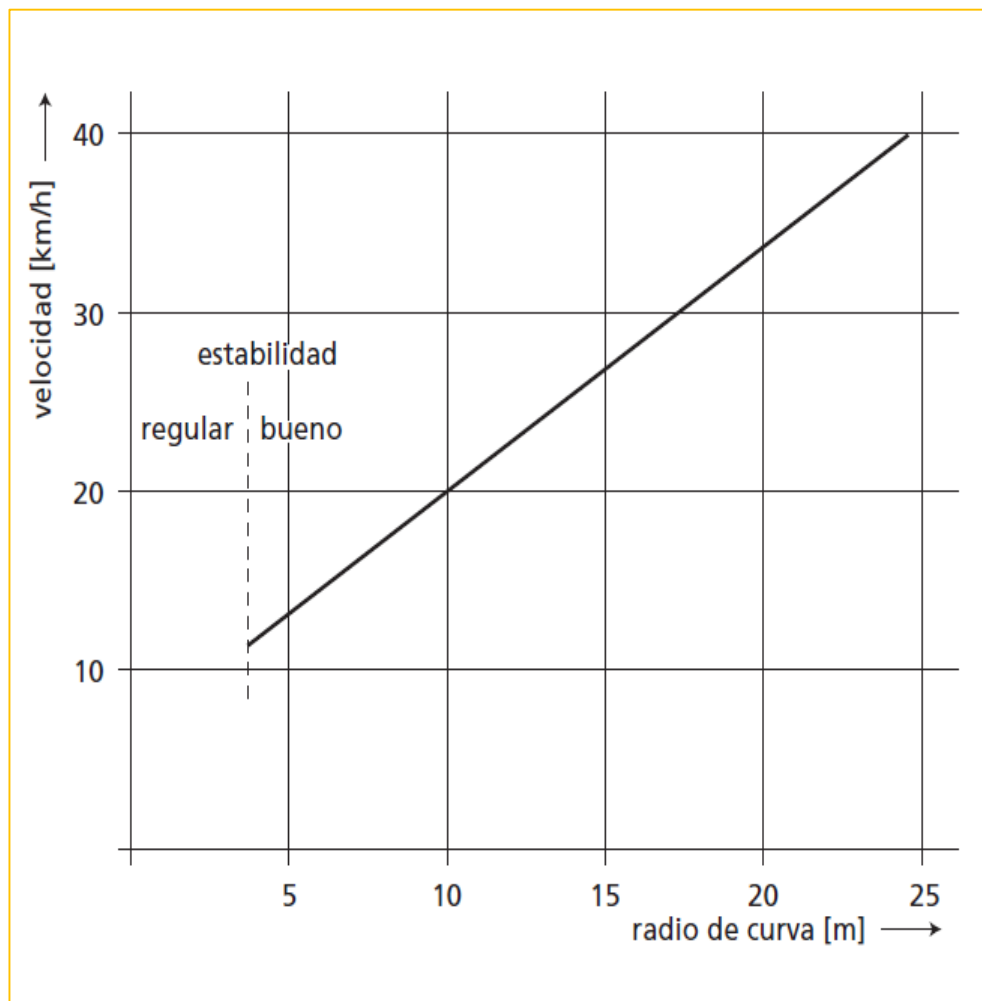


Figura 2. Relación entre el radio de curva y la velocidad de la bicicleta

Fuente: Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.

Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

2.1.8 Visibilidad para el ciclista

- a. Visibilidad para andar. El ciclista, así como el peatón debe tener una visibilidad óptima del camino por el cual transita, teniendo un alto grado de comodidad y seguridad al momento de avanzar, la distancia de visibilidad corresponde a la distancia viajada entre 8 y 10 segundos (Crow, 2011). Esta visibilidad permitirá al usuario

anticipar la ruta lo suficiente como para reaccionar sin inconvenientes y prever sus próximas acciones.

Tabla 4.
Visibilidad para ciclistas

Visibilidad mínima requerida	Ciclo rutas Principales	Otras rutas
Velocidad de diseño	30 km/h	20 km/h
Visibilidad que requieren los ciclistas	35 – 42 m	22 – 30 m

Fuente: Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.
Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

- b. La visibilidad para andar en ciclo rutas principales, según la tabla indicada, tiene relación directa con la velocidad, al elegir la velocidad de diseño de 30km/h, se recomienda que la distancia mínima para andar sea de 35 metros. Por consiguiente, para la ciclovía se adopta el valor de 35 metros como visibilidad mínima para andar.
- c. Visibilidad para frenar. Es la distancia recorrida al frenar. A 30 km/h, la velocidad de frenado es de 40 metros, asumiendo un tiempo de reacción de dos segundos y una desaceleración de $1,5 \text{ m/s}^2$ (Crow,2011).
- d. Visibilidad de aproximación. Esta es necesaria considerar en las intersecciones y en los empalmes para cruzar la calzada de manera segura, los ciclistas tienen que poder ver bien el tráfico para poder estimar la velocidad de dicho tráfico. Para la visibilidad de aproximación se considera: La velocidad del tráfico que se acerca; El tiempo que el ciclista necesita para cruzar de manera segura; el tiempo de atraso (margen de seguridad) (Crow,2011). Estos factores se indican tabulados en el siguiente cuadro:

distancia a cruzar (m)	tiempo para cruzar (s)	Visibilidad que se requiere (m) según velocidad del tráfico motorizado (V_{85})			
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h
4,00	4,2	45	100	180	205
5,00	4,5	45	105	185	210
6,00	4,9	50	110	190	220
7,00	5,1	50	115	200	225
8,00	5,5	55	120	205	235

Figura 3. Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades

Fuente: Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.

Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

Interpretando el cuadro se considera que la distancia mínima de visibilidad para aproximarse a la intersección debe ser de 55 metros. En el proyecto se tiene una visibilidad dos veces mayor a la recomendable, también es prudente aclarar que el único punto de una probable intersección entre los ciclistas-peatones y el tráfico vehicular se ubica posterior al área de parqueaderos, por lo cual el tránsito vehicular en ese punto ya es restringido, dando así la totalidad seguridad al ciclista y al peatón.

2.1.9 Diseño geométrico Horizontal.

2.1.9.1 Curvas horizontales

El diseño geométrico en planta de una vía está constituido por tramos rectos llamados tangentes y enlazados por curvas (Grisales, 2005). Las curvas horizontales tienen como finalidad empalmar de una manera progresiva los cambios de alineación horizontal, de esta manera conservar un trazado confortable y seguro para los usuarios.

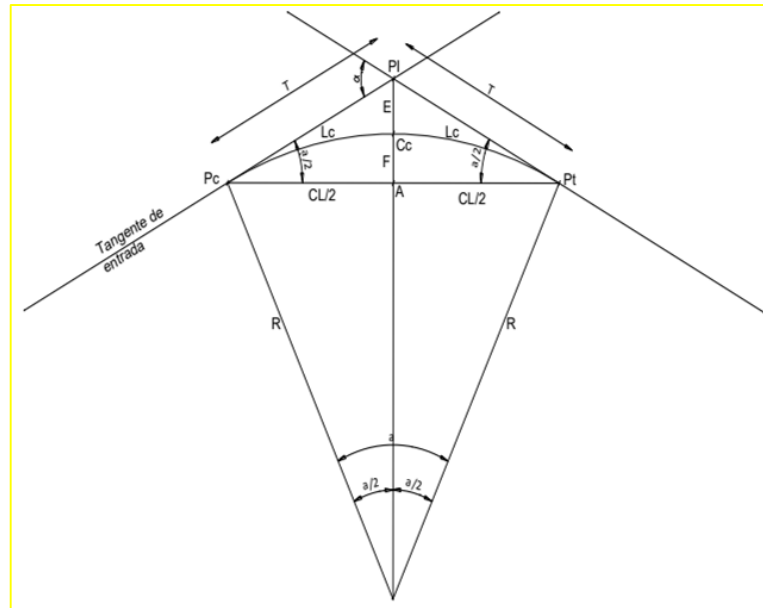


Figura 4. Elementos de una curva circular simple

Fuente: Navarro, S. (2011). *Diseño y cálculo geométrico vial*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/curvas-horizontales_transiciones-y-peraltes1.pdf

Donde según Ministerio de Obras Públicas (2003, pp. 38-40):

PI: Punto de intersección entre las 2 tangentes

α : Ángulo de deflexión entre las 2 tangentes (grados sexagesimales)

R: Radio de la curva circular (m)

Pc: Punto en el que inicia la curva circular simple

Pt: Punto en el que termina la curva circular simple.

E: External de la curva, es decir el segmento PI – Cc. Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$E = R * \left(\sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1 \right)$$

F: Es la flecha de la curva, es decir el segmento Cc – A.

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$F = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)$$

T: Es la tangente o longitud de tangente de la curva entre Pc y PI.

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$T = R * \left(\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)$$

Lc: Es la longitud de curva, es decir el arco entre Pc y Pt.

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

CL: Es la cuerda larga que sustenta la longitud de la curva y corresponde a la recta que une los puntos PC y PT.

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$CL = 2 * R * \left(\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)$$

2.1.9.2 Tangente intermedia.

Es la distancia existente entre el final de la curva anterior y el inicio de la curva siguiente (Ministerio de Obras Públicas, 2003). Es decir, se empalma dos curvas circulares a través de una tangente, esta tangente tiene dimensiones mínimas normativas, a la cual la denominaremos Tangente Intermedia Mínima (TIM)

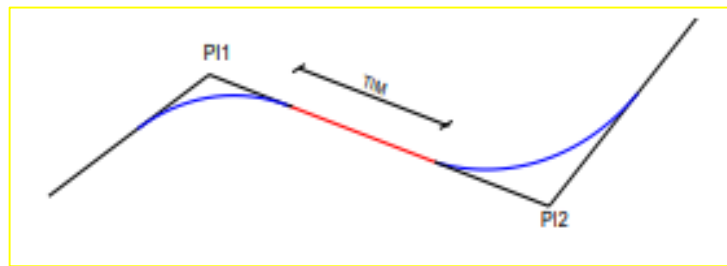


Figura 5. Tangente intermedia mínima (TIM)

Fuente: Navarro, S. (2011). *Diseño y cálculo geométrico vial*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/curvas-horizontales_transiciones-y-peraltes1.pdf

La TIM es calculada con las siguientes expresiones:

En el caso de dos curvas circulares consecutivas:

$$TIM = \frac{4}{3} * L + 2X$$

Dónde:

- Longitud de transición (L). - Tiene como función principal efectuar un cambio de pendientes transversales de la vía, entre la sección típica y la sección peraltada.
- Longitud tangencial (x). - Es la longitud que se requiere para realizar la inclinación de la calzada a partir del punto donde termina la curva.

Tabla 5.
Parámetros para el cálculo de la Tangente intermedia mínima

Velocidad (km/h)	X (m)		L(m)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
< 59	10	10	22	35
60 – 79	10	13	34	45
80 – 100	16	16	45	50

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

Sustituyendo en la ecuación indicada para el cálculo de la TIM, el valor de la longitud de transición $L=22$ y el valor de la longitud tangencial $x=10$, valores correspondientes a una velocidad de diseño de 30km/h, obtenemos que la tangente mínima debe ser de 49,33m. Se trabajará con tangente intermedia mínima de 50m.

2.1.10 Diseño geométrico vertical

El alineamiento vertical de una vía es influenciado directamente por la velocidad de diseño, la distancia de visibilidad y las curvas horizontales (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

Criterios generales para el alineamiento vertical

- a. Evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta (Ministerio de Obras Públicas, 2003).
- b. “Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.214).

c. “En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.214).

d. “En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada de forma adecuada” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.215).

2.1.10.1 Curvas verticales

Las curvas verticales tienen como finalidad que a lo largo de su desarrollo se efectúe el cambio paulatino de la pendiente de la tangente de entrada y la pendiente de la tangente de salida, obteniendo así la misma premisa que en el diseño horizontal, la de tener una vía segura y cómoda para el usuario.

Otra característica importante de las curvas verticales es que a través de las curvas cóncavas se puede concentrar el agua drenada por la vía en ciertos puntos y así diseñar las obras de drenaje correspondientes.

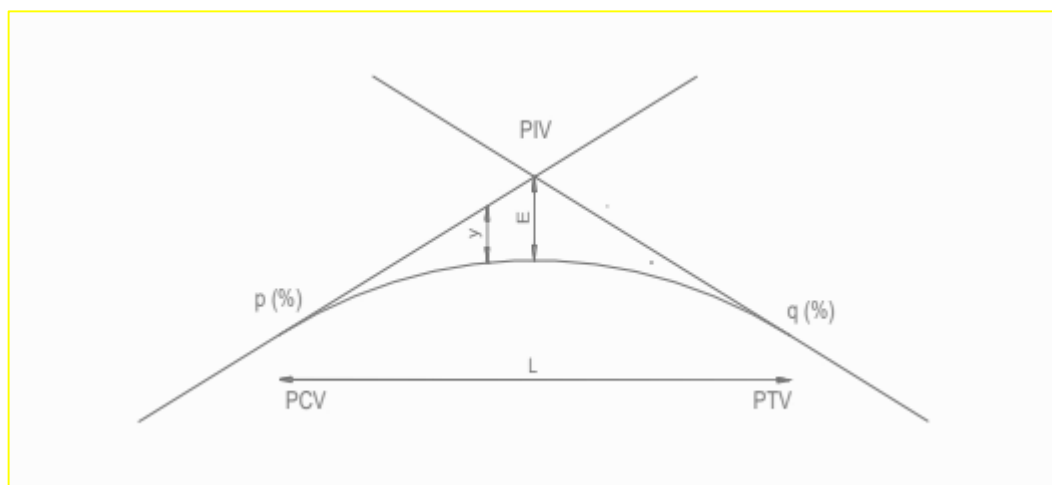


Figura 6. Elementos de una curva vertical

Fuente: Navarro, S. (2011). *Diseño y cálculo geométrico vial*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/curvas-horizontales_transiciones-y-peraltes1.pdf

Dónde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección vertical

PTV: Principio de tangente vertical. Final de curva vertical

E: External. Distancia vertical entre el PIV y la curva

L: Longitud de la curva vertical PIV y E q (%) p (%) L PCV PTV 84

p (%): Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje

q (%): Pendiente final o de salida expresada en porcentaje

y : Corrección vertical

A: Diferencia algebraica de pendientes expresada en porcentaje = $q - p$

2.1.10.2 Curvas verticales convexas.

Se determina la longitud en base a la distancia de visibilidad de parada, fundamentándose en dos criterios, la altura del ojo del conductor y la altura de un objeto en la vía, para determinar esta longitud se utiliza los siguientes valores:

- Altura del ojo del conductor: 1,15 metros.
- Altura del objeto que se divisa sobre la vía: 0,15 metros.

(Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.208)

Esa longitud se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

En dónde:

L: Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A: Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S: Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Dónde

$$K = \frac{S^2}{426}$$

Tabla 6.

Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Coeficiente K = S ² /426	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*.

Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

De los datos de la tabla, se puede verificar que el valor mínimo de K es de 2, este valor corresponde a la velocidad de diseño asumida de 30km/h para el trazado de la ciclovía.

2.1.10.3 Curvas verticales cóncavas.

En curvas verticales la longitud se determina considerando que los rayos de luz generados por los faros de un vehículo alcancen aproximadamente la distancia de visibilidad mínima (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

Esa longitud se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3,5 S}$$

En dónde:

L: Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A: Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S: Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Dónde

$$K = \frac{S^2}{122 + 3,5 S}$$

Tabla 7.

Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Coeficiente $K = S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

2.1.10.4 Longitud mínima de curvas verticales Cóncavas o convexas

Se determina dicha longitud aplicando la siguiente fórmula:

$$L = 0,6 * V$$

En donde:

L: Longitud mínima que debe tener la curva vertical, expresada en metros.

V: Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

Por lo tanto, para una velocidad de 30km/h y aplicando esta fórmula se obtiene que la longitud mínima de las curvas verticales para el proyecto es de 18 metros.

2.1.11 Combinación de los alineamientos verticales y horizontales.

Es necesario tener en cuenta los siguientes criterios para una adecuada combinación de los alineamientos horizontales y verticales:

- e. “Evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.215).
- f. “No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de las cimas de curvas verticales convexas pronunciadas” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p.215).
- g. No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de las inmediaciones de curvas verticales cóncavas pronunciadas (Ministerio de Obras Públicas, 2003).
- h. Es necesario la provisión de grandes radios y gradientes suaves, en las cercanías a intersecciones (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

2.1.12 Sección transversal

La sección transversal de una carretera debe ser compatible con las características operativas, estéticas y de seguridad de la misma. Consta de distintos elementos que para la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta “Río San José” son los siguientes:

- Calzada
- Cunetas
- Taludes laterales

Calzada

La calzada será para el recorrido en doble sentido de la ciclovía, y un espacio peatonal destinado a caminata.

Cunetas.

En este documento se asigna un capítulo para el diseño de las obras de drenaje, incluyendo el diseño hidráulico de las cunetas, diseño hidráulico de alcantarillas y el diseño hidráulico del resto de elementos necesarios.

Taludes laterales

Los taludes se clasifican en talud de desmonte o corte y talud de relleno, estos son fundamentales para garantizar la seguridad en la vía. El diseño está relacionando estrictamente con las condiciones del suelo y las características geométricas de la vía, para predimensionamiento se puede realizar con las siguientes tablas:

Tabla 8.
Taludes de corte

Clase de terreno	Talud (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	2 : 1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcilla o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)
(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad			
(**) Requiere análisis de estabilidad			
Nota: En algunos casos se presentan taludes de corte de 8 o 10:1, debiendo mantenerse o evaluarse estas posibilidades			

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

Tabla 9.
Taludes de relleno

Materiales	Talud (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)
(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad			
(**) Requiere análisis de estabilidad			

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3blo-de-carretera_2003-ecuador.pdf

Mediante ensayos de suelos realizados por el laboratorio de Ensayo de Materiales, de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana, se determinó que el suelo pertenece a la clasificación de Limo, por lo cual, para aplicar los cuadros presentados, se los puede relacionar como tierra compactada.

2.2 Red vial

2.2.1 Clasificación del tipo de vía.

Para la clasificación vial se tomará como parámetro principal el flujo vehicular, medido a través del TPDA, proyectando las vías para una vida útil de 20 años.

2.2.1.1 Clasificación del tráfico.

La clasificación se realizará de acuerdo con la siguiente imagen:









TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SÍMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVIL	2		P
	CAMIONETA			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
		OTRAS COMBINACIONES		
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Figura 7. Caracterización del tráfico

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

De la tabla se desprende que el tipo de vehículos que conformarán el tránsito de las calles del complejo puede estar entre vehículos tipo P, vehículos tipo C y vehículos tipo 3S. Cabe aclarar que el tránsito vehicular en el interior del complejo será restringido a partir de la zona de parqueaderos, los vehículos que tengan acceso serán únicamente para el suministro y la extracción de productos, equipos y herramientas.

2.2.1.2 Tráfico promedio diario anual.

El tráfico promedio diario anual o comúnmente denominado en términos de ingeniería vial como TPDA, es el número de vehículos que pasan por una sección vial específica durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días comprendido en dicho período tiempo. Este tiempo es mayor a un día y menor o igual a un año. El TPDA sirve para justificar el diseño, clasificar la categoría de camino y hacer estudios de justificación técnico – económico.

Para clasificar las vías de nuestro país se lo realiza a través del TPDA y acudiendo a la norma del MOP, al ser este un proyecto en el cual el TPDA siempre va a ser bajo, debido a la tendencia agroecológica, se asume que las vías tendrán un TPDA menos a 100.

Tabla 10.

Función de la vía de acuerdo al TPDA.

Función	Clase de carretera	TPDA (1)
	(según MOP)	(Año final de diseño)
Corredor arterial	RI - RII (2)	> 8.000
	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
Colectora	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
	III	300 - 1.000
	IV	100 - 300
Vecinal	IV	100 - 300
	V	< 100
Notas:		
(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.		
(2) RI - RII - Autopistas.		

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3blo-de-carretera_2003-ecuador.pdf

De la tabla se desprende que la red vial del complejo corresponde al tipo de vías vecinales, de quinto orden, con TPDA menor a 100; Por lo cual, se hará uso de esta información para los diseños horizontal, diseño vertical y de secciones transversales de la red vial.

2.2.2 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima de circulación vehicular sobre un camino. Se determina en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, importancia del camino, volumen de tránsito y uso de la tierra, escogiendo un valor que sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos.

Al ser calles internas para uso propio del complejo, calles de longitud relativamente corta, siendo la máxima aproximadamente 1km y precautelando la seguridad del peatón, se elige la velocidad de diseño máxima de 30 km/h.

2.2.3 Velocidad de Circulación

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de la carretera en función de esta velocidad se diseñan las curvas en intersecciones.

Tabla 11.

Relación entre la velocidad de diseño y velocidad de circulación.

Velocidad de diseño en km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN (Km/h)		
	Volumen de tránsito Bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

En el Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, el volumen de tráfico va a ser bajo, por lo cual la velocidad de circulación oscilará alrededor de 28km/h.

2.2.4 Alineamiento horizontal.

2.2.4.1 Red vial interna

El alineamiento horizontal de la red vial se lo realiza aplicando la misma normativa indicada para de la ruta de bicicleta, debido a que la velocidad de diseño es la misma, y los parámetros que intervienen en el mismo, por ende, son correspondientes.

2.2.4.2 Acceso al complejo

Para el acceso al complejo es necesario un espacio suficientemente amplio para poder desenlazarse fácilmente de la Panamericana, es por esto que se opta por realizar una especie de carril de desaceleración y aceleración que cumpla con la normativa de autopistas.

Tabla 12.
Características de vías principales

Velocidad de proyecto	90 km /h
Velocidad de operación	60 – 80 km/h
Distancia paralela entre ellas	8.000 - 3.000 m.
Control de accesos	Total (intersecciones a desnivel)
Número mínimo de carriles	3 por sentido
Ancho de carriles	3,65 m.
Distancia de visibilidad de parada	80 km/h = 110 m.
Radio mínimo de curvatura	80 km/h = 210 m.
Gálibo vertical mínimo	5,50 m.
Radio mínimo de esquinas	5 m.
Separación de calzadas	Parterre mínimo de 6,00 m.
Espaldón	Mínimo 2,50 m.(laterales). De 4 carriles / sentido en adelante, espaldones junto a parterres mínimo 1,80 m.
Longitud carriles de aceleración	Ancho del carril x 0,6 x Velocidad de la vía (km/h)
Longitud carriles de desaceleración	Ancho del carril x Velocidad de la vía (km/h) / 4,8

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

De la figura se desprende que la longitud mínima para el carril de aceleración se calcula aplicando la fórmula indicada y nos da como resultado:

$$3,65 \times 0,6 \times 90 = 197,1 \text{ m.}$$

Para el proyecto se opta por incluir un carril de aceleración de 200 metros. Mientras que la longitud del carril de desaceleración se calculó aplicando la fórmula indicada en la Figura 8, generando los siguientes resultados:

$$3,65 \times 90 / 4,8 = 68,4 \text{ m}$$

Para el proyecto se opta por incluir un carril de desaceleración de 200 metros.

2.2.5 Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical de la red vial se lo realiza aplicando la misma normativa indicada para de la ruta de bicicleta, debido a que la velocidad de diseño es la misma, y los parámetros que intervienen en el mismo, por ende, son correspondientes. Con la

excepción de que para la red vehicular se añade como criterio también la distancia de visibilidad de parada vehicular.

Gradientes. La gradiente máxima utilizada será del 5% para la red vial y del 4% en la ciclovía, por las recomendaciones previas realizadas en este informe, gradientes que caben dentro de la normativa, ya que este es un terreno llano, y las vías son de quinto orden.

2.2.5.1 Distancia De Visibilidad De Parada vehicular.

Se la define como la distancia mínima en la cual un conductor requiere ver un objeto en su trayectoria para así lograr detener el vehículo antes de llegar al objeto antes divisado (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

La distancia de visibilidad de parada (d) puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d_1 = Es la distancia que recorre un vehículo desde que el conductor divisó un objeto en el camino que lo obligue a detenerse. Y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$d_1 = 0,7 * V_c$$

Siendo V_c la velocidad de circulación expresada en km/h.

d_2 = Es la distancia que recorre el vehículo desde que el conductor aplica los frenos.

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

f = Coeficiente de fricción (adimensional)

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0,3}}$$

Tabla 13.
Distancia de visibilidad mínima de parada

Velocidad de Diseño-Vd (Kph)	Velocidad de Circulación Asumida-Vc (Kph)	Percepción + Reacción para Frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal "f"	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente Cero (m)	Distancia de Visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia Recorrida "d" (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24	2,5	16,67	0,44	5,12	21,78	25
30	28	2,5	19,44	0,42	7,29	26,74	30
35	33	2,5	22,92	0,40	10,64	33,56	35
40	37	2,5	25,69	0,39	13,85	39,54	40
45	42	2,5	29,17	0,37	18,53	47,70	50
50	46	2,5	31,94	0,36	22,85	54,79	55
60	55	2,5	38,19	0,35	34,46	72,65	70
70	63	2,5	43,75	0,33	47,09	90,84	90
80	71	2,5	49,31	0,32	62,00	111,30	110
90	79	2,5	54,86	0,31	79,25	134,11	135
100	86	2,5	59,72	0,30	96,34	156,06	160
110	92	2,5	63,89	0,30	112,51	176,40	180
120	100	2,5	71,53	0,29	145,88	217,41	220

Fuente: Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Recuperado de URL: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

El criterio de diseño de la tabla 13 es pavimentos mojados y gradiente horizontal nula, lo cual sería el escenario crítico posible, al ser la velocidad de diseño igual a 30km/h, podemos determinar que la distancia de visibilidad es recomendada es de 30metros.

2.2.6 Diseño de pavimento.

El diseño del pavimento de la red vial se realizará en base al Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de empedrados.

2.3 Drenaje Vial

2.3.1 Criterios generales

El sistema de drenaje vial es uno de los diseños de fundamental importancia para la operatividad y buen funcionamiento de las calles, cumple la función de recolectar, conducir y desalojar rápidamente el agua que se escurre por la calzada, estas funciones son realizadas por drenes longitudinales como: cunetas, cunetas de coronación, canales, subdrenes, entre otras, y drenes transversales como: alcantarillas y puentes.

2.3.1.1 Funciones de las obras de drenaje

- a) “desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p. 254).
- b) “controlar el nivel freático” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p. 254).
- c) “interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la calzada” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p. 254).
- d) “Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía” (Ministerio de Obras Públicas, 2003, p. 254).

2.3.2 Drenaje longitudinal

Comprende las obras de captación como cunetas y contra cunetas que recogen y conducen el agua que se escurre por la calzada de la vía, por los taludes de corte y por las áreas adyacentes a los taludes de corte. Su objetivo principal es conducir el agua hacia los cauces naturales o a una obra de drenaje transversal con la finalidad de alejar el agua rápidamente de la vía.

2.3.3 Drenaje transversal

Tiene la finalidad de atravesar el agua que cruza la vía además recoge el agua conducida por el drenaje longitudinal y desaloja estas aguas en los cauces naturales o colectores de los sistemas de alcantarillado existentes. Estas obras comprenden: alcantarillas, bóvedas y puentes.

2.3.4 Intensidad de lluvia para un periodo de retorno

2.3.4.1 Periodo de retorno

Es un intervalo de ocurrencia en años de una magnitud de un evento que puede ser igual o superado en este periodo de tiempo (Cando, 2016).

Tabla 14.
Periodo de retorno para diferentes obras de drenaje

Tiempo de retorno en años	
	Red de carreteras
Alcantarillas de hasta 3m2 de sección	10
Alcantarillas mayores a 3m2 de sección	25
Cunetas	25
Canales interceptores	25
Puentes Mínimo	50

Fuente: Cando, V. (2016). *Diseño a nivel de carpeta asfáltica y pavimento rígido de la vía Mulaute-La Florida, tramo 3* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

2.3.4.2 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración T_c se lo puede calcular con la ecuación de Kirpich. Al tratarse de áreas pequeñas es recomendable que para el diseño de este tipo de obras se asuma un tiempo de concentración de 10min o 12 min. por lo tanto, para el presente proyecto se asumirá un tiempo de concentración igual a 12 min.

$$T_c = 0.0195 \times \left(\frac{Lr^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración (minutos)

L_r = Longitud del cauce principal (metros)

H = Diferencia de elevación (metros)

2.3.4.3 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia determina la precipitación máxima en mm/h en una cuenca de drenaje (Cando.2016). Esta se encuentra en función del tiempo de concentración y el periodo de retorno. Así pues, para el cálculo de la intensidad máxima en el presente trabajo se utilizará las ecuaciones de la zona de acuerdo al estudio de lluvias intensas del INAMHI. En concordancia con la actualización del estudio de lluvias intensas del INAMHI el complejo se encuentra en la zona 42.

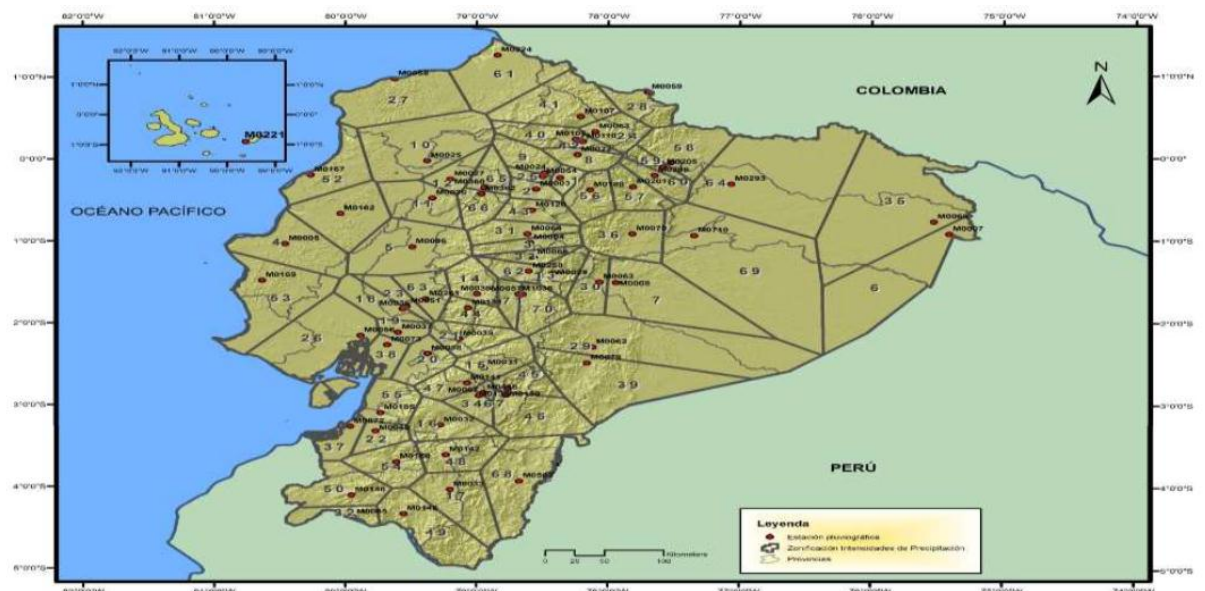


Figura 8. Zonificación de intensidades de precipitación en 24 horas para diferente periodo de retorno
Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. (2015). Actualización del estudio de lluvias intensas. Recuperado de URL: <https://es.scribd.com/doc/299727767/ESTUDIO-DE-LLUVIAS-INTENSAS-DEL-ECUADOR>

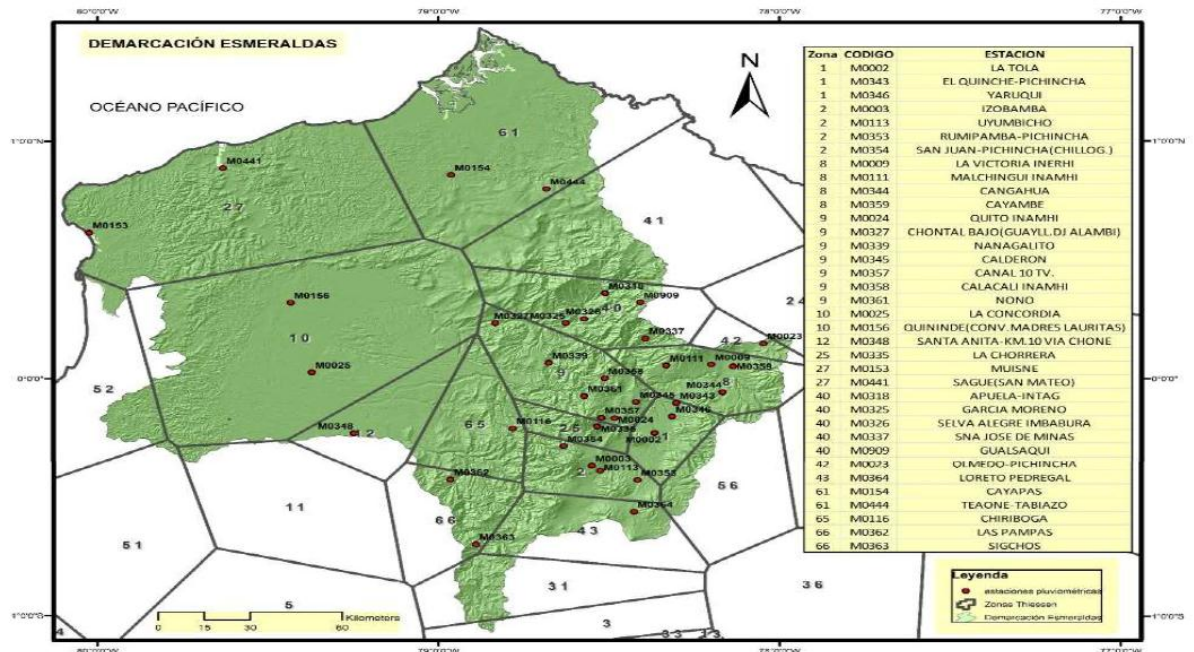


Figura 9. Mapa de zonificación de intensidades de la demarcación de esmeraldas

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. (2015). Actualización del estudio de lluvias intensas. Recuperado de URL: <https://es.scribd.com/doc/299727767/ESTUDIO-DE-LLUVIAS-INTENSAS-DEL-ECUADOR>

Las ecuaciones respectivas para la zona 42 que se encuentran a continuación están en función del valor del I_{TR} y del tiempo de concentración de la cuenca.

$$\text{ZONA 42} \quad 5\text{Min} < 74.37\text{Min} \quad I_{TR} = 178.76 * I_{dTR} * t^{-0.56} \quad R^2 = 0.9981$$

$$\text{ZONA 42} \quad 74.37\text{Min} < 1440\text{Min} \quad I_{TR} = 884.21 * I_{dTR} * t^{-0.931} \quad R^2 = 0.9991$$

Donde:

I_{TR} =Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

I_{dTR} =Intensidad máxima en 24 horas para un periodo de retorno dado (mm/h)

t = Tiempo de concentración (min)

El valor de I_{dTR} para un periodo de retorno de 25 años se lo puede determinar con la ayuda del mapa que se encuentra a continuación.

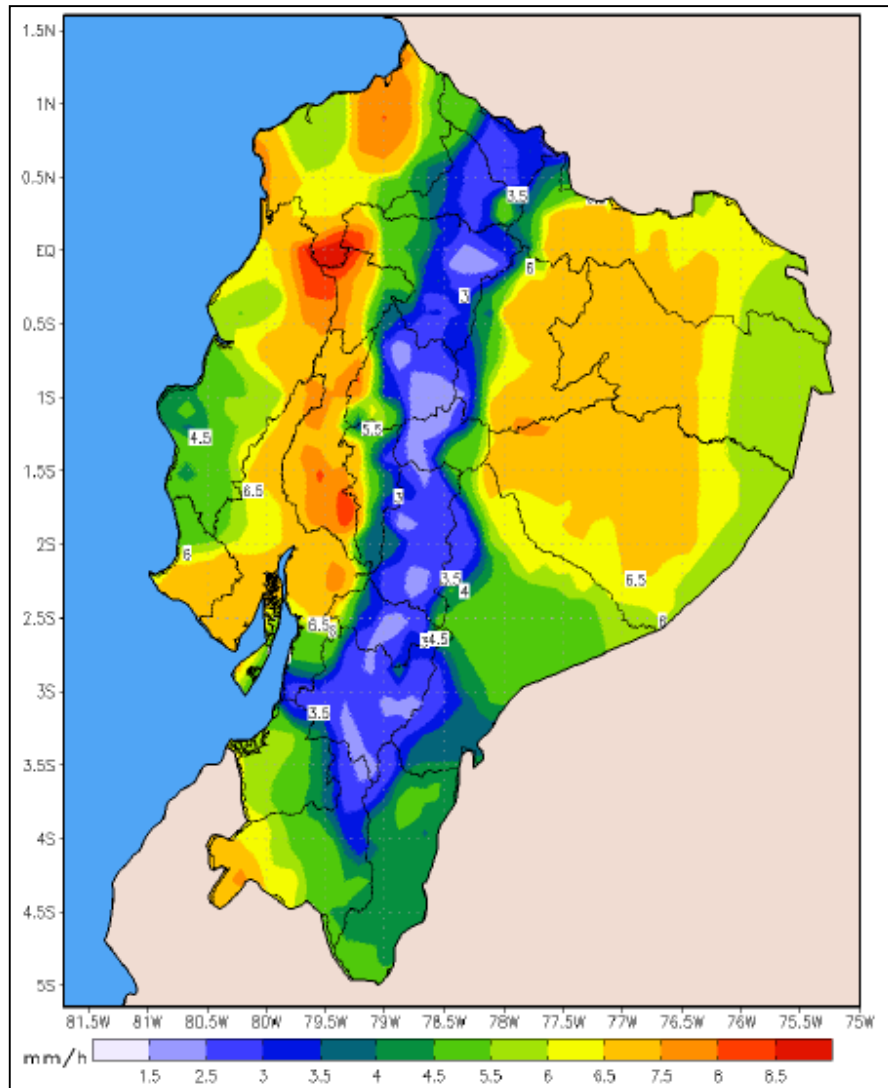


Figura 10. Mapa de intensidades máximas en 24 horas. Periodo de retorno 25 años.
Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. (2015). Actualización del estudio de lluvias intensas. Recuperado de URL: <https://es.scribd.com/doc/299727767/ESTUDIO-DE-LLUVIAS-INTENSAS-DEL-ECUADOR>

2.3.5 Coeficiente de escorrentía

Es la relación entre la cantidad de escorrentía pico y la cantidad de precipitación en una cuenca de drenaje. Los valores de coeficiente varían entre 0 y 1 así pues, el valor de este aumenta cuando más grande es la pendiente y más impermeable sea la superficie de escorrentía. Para obras de drenaje vial se recomienda usar valores dados en tablas de libros de hidrología (Gutiérrez, 2014).

Tabla 15.
Coeficientes de escorrentía

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía
Pavimento asfáltico y concreto	0.70-0.95
Adoquines	0.50-0.70
Superficie de grava	0.15-0.30
Bosques	0.10-0.20
Tierra sin vegetación	0.20-0.80
Zonas cultivadas	0.20-0.40

Fuente: Manual para diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Los coeficientes de escorrentía asumidos para la estimación de caudales por el método racional de acuerdo a las tablas anteriores son:

Tabla 16.
Resumen de los coeficientes de escorrentía del proyecto

superficies	C
Superficies de rodadura eco ruta	0.5
talud de corte	0.29
áreas adyacentes al talud de corte	0.29
superficie de rodadura red vial	0.7

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

2.3.6 Diseño hidráulico de cunetas

El diseño se lo realiza en dos instancias:

1. Cálculo del caudal que recogen las cunetas.
2. Determinación de las dimensiones de la cuneta de acuerdo a la capacidad hidráulica.

2.3.6.1 Caudal de cunetas

El cálculo del caudal que conducirán las cunetas se lo realiza mediante el método racional para la aplicación de este método hay que tener en cuenta las características físicas del tramo de carretera, de acuerdo al diseño geométrico que se presente se puede tener tramos como:

- a) Tramo de carretera en relleno (Terraplén)
- b) Tramo de carretera en media ladera
- c) Tramo de carretera en corte

Cada una de estas secciones tiene la vista en planta que se muestra a continuación

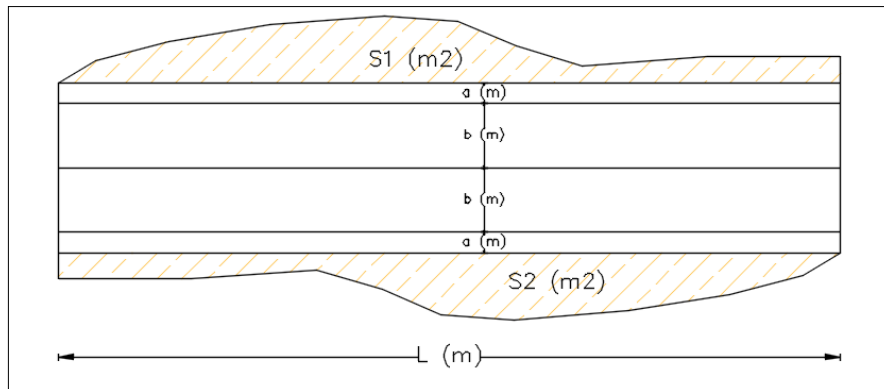


Figura 11. Vista en planta vía
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

S1: Área de aporte al talud de corte interno (m²)

S2: Área de aporte al talud de corte externo (m²)

a: Ancho de la berma (m)

b: Ancho de la calzada (m)

L: Longitud de la cuneta (m)

2.3.6.1.1 Tramo de carretera en relleno (Terraplén)

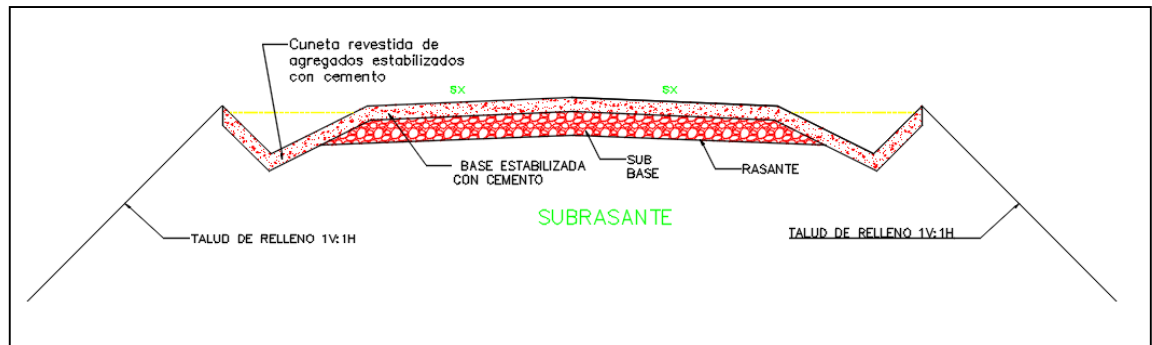


Figura 12. Sección Tramo de carretera en relleno (Terraplén)

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

$$Q = 0.00028 \times \left(\frac{a \times C1 + b \times C2}{a + b} \right) \times i \times (a \times L + b \times L)$$

Dónde:

Q: Caudal máximo de escorrentía [l/s]

L: Longitud de la cuneta [m].

a: Ancho de la berma [m].

b: Ancho de la calzada [m].

C1: Coeficiente de escorrentía de la berma.

C2: Coeficiente de escorrentía de la calzada.

i: Intensidad de precipitación para un periodo de retorno [mm/h].

2.3.6.1.2 Tramo de carretera a media ladera

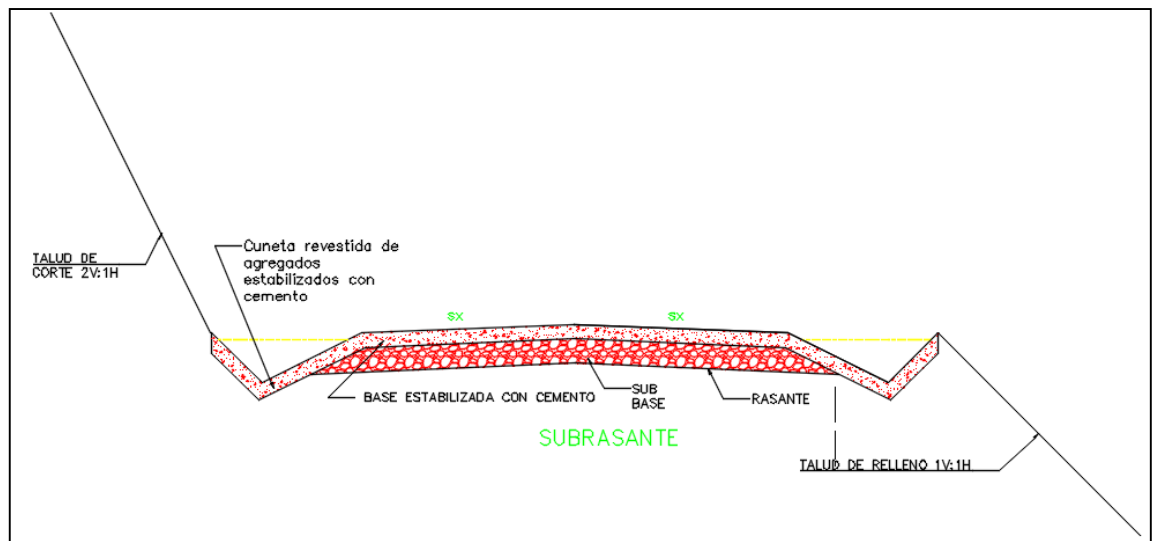


Figura 13. Tramo de carretera a media ladera

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

$$Q_{int} = 0.00028 \times [L \times (a \times C1 + b \times C2) + S \times C3] \times i$$

$$Q_{ext} = 0.00028 \times \left(\frac{a \times C1 + b \times C2}{a + b} \right) \times i \times (a \times L + b \times L)$$

Dónde:

Q: Caudal máximo de escorrentía [l/s]

L: Longitud de la cuneta [m].

a: Ancho de la berma [m].

b: Ancho de la calzada [m].

C1: Coeficiente de escorrentía de la berma.

C2: Coeficiente de escorrentía de la calzada.

C3: Coeficiente de escorrentía de la ladera.

S: Área de ladera [m²].

i: Intensidad de precipitación para un periodo de retorno [mm/h].

2.3.6.1.3 Tramo de carretera en corte

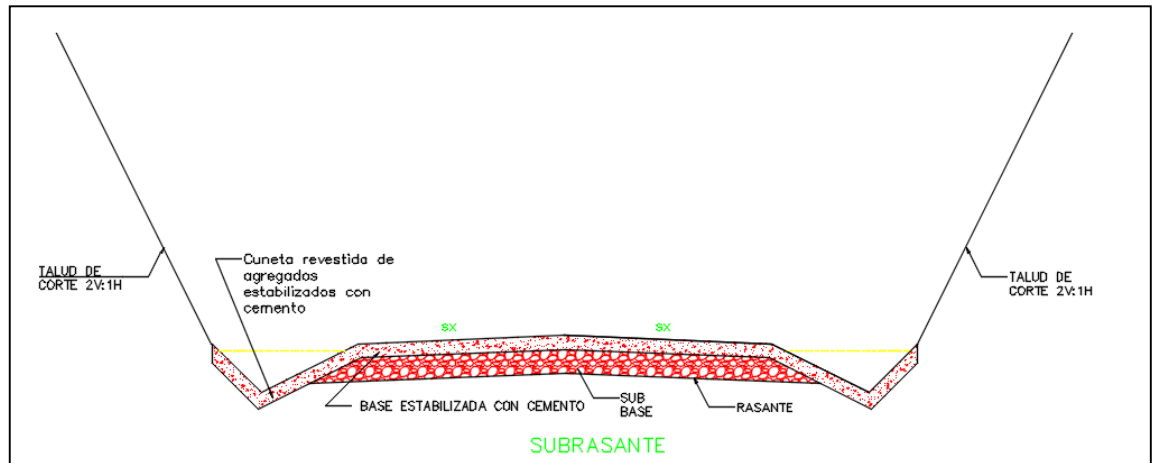


Figura 14. Tramo de carretera en corte
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

$$Q_{int} = 0.00028 \times [L \times (a \times C1 + b \times C2) + S1 \times C3] \times i$$

$$Q_{ext} = 0.00028 \times [L \times (a \times C1 + b \times C2) + S2 \times C4] \times i$$

Dónde:

Q: Caudal máximo de escorrentía [lt/s]

L: Longitud de la cuneta [m].

a: Ancho de la berma [m].

b: Ancho de la calzada [m].

C1: Coeficiente de escorrentía de la berma.

C2: Coeficiente de escorrentía de la calzada.

C3: Coeficiente de escorrentía de la ladera 1.

C4: Coeficiente de escorrentía de la ladera 2.

S1: Área de ladera 1 [m2].

S2: Área de ladera 2 [m2].

i: Intensidad de precipitación para un periodo de retorno [mm/h].

2.3.6.2 Diseño de cunetas

Para el diseño de estas obras es conveniente usar la ecuación de Manning que se presenta a continuación para flujo a superficie libre en canales abiertos.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

Dónde:

V: Velocidad de escurrimiento [m/seg].

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

I: Pendiente longitudinal de la cuneta [m/m].

R: Radio hidráulico de la sección transversal [m].

Para el presente proyecto se utilizará secciones de cunetas triangulares para la ciclovía y secciones circulares para la red vial del complejo.

2.3.6.2.1 Variables de diseño

Coefficiente de rugosidad de Manning (n)

Este coeficiente caracteriza la rugosidad del conducto, la determinación de este depende mucho de la experiencia razón por la cual es aconsejable tomar valores de tablas que se muestren en los libros o manuales de diseño de canales.

Tabla 17.
Coeficientes de rugosidad de Manning

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa.	0.020 - 0.025
En tierra ordinaria, superficie irregular.	0.025 - 0.035
En tierra con ligera vegetación.	0.035 - 0.045
En tierra con vegetación espesa.	0.040 - 0.050
En tierra excavada mecánicamente.	0.028 - 0.033
En roca, superficie uniforme y lisa.	0.030 - 0.035
Cunetas y canales revestidos	
Hormigón.	0.013 - 0.017
Hormigón revestido en gunita.	0.016 - 0.022
Encachado.	0.020 - 0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava.	0.017 - 0.020
Paredes encachadas, fondo de grava.	0.023 - 0.033
Revestimiento bituminoso.	0.013 - 0.016
Corrientes naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente.	0.027 - 0.033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de láminas de agua suficiente, algo de vegetación.	0.033 - 0.040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia.	0.035 - 0.050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados.	0.060 - 0.080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa.	0.100 - 0.200*
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña.	0.050 - 0.080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario.	0.030 - 0.200*

Fuente: Cando, V. (2016). *Diseño a nivel de carpeta asfáltica y pavimento rígido de la vía Mulaute-La Florida, tramo 3* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

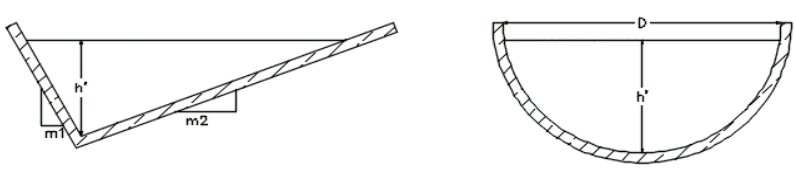
Pendiente de cuneta

La pendiente de la cuneta será igual al valor de la pendiente longitudinal de la vía para cada tramo considerado, cabe recalcar que ésta debe asegurar las velocidades máximas y mínimas que eviten erosión del material y sedimentación en el cauce.

Relaciones Geométricas

Las relaciones geométricas para el diseño de cunetas triangulares y circulares se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 18.
Capacidad hidráulica de cuneta triangular y circular

	tipo de cuneta	
Gráfico		
W	$\frac{h'^2(m1 + m2)}{2}$	$\frac{D^2}{8} \times (\alpha \text{ rad} - \text{sen } \alpha)$
P	$(\sqrt{1 + m1^2} + \sqrt{1 + m2^2}) \times h'$	$\frac{D^2 \times \alpha \text{ rad}}{2}$
R	$\frac{W}{P}$	$\frac{W}{P}$

Fuente: Escobar & Flores, 2018

Donde:

W: sección de flujo (m²)

P: perímetro mojado (m)

R: radio hidráulico (m)

Velocidad máxima y mínima de flujo

La velocidad máxima de flujo es aquella que evita la erosión del conducto por otra parte, la velocidad mínima impide la sedimentación de los materiales de arrastre estas velocidades dependen mucho del material de conducto, por lo tanto, para el diseño de canales de flujo a superficie es necesario controlar estos límites de velocidad en concordancia al material con el que se construirá el canal.

Tabla 19.
Velocidades de agua no erosionables para diferentes materiales

Material	Velocidad (m/s)
Limos sin contenido de arcilla	0.2 - 0.4
Arenas	0.4 - 0.6
Gravas	0.6 - 1.2
Limos con contenido de arcilla	0.7 – 1
Terrocemento	1.2 - 1.8
Piedra	2.5 - 4.5
Roca sedimentaria	3.5 - 4.5
Roca cristalina	20 – 25
Revestimiento de hormigón	5 – 10

Fuente: apuntes de mecánica de fluidos II

Para el caso de velocidad no sedimentable aparte de los modelos de la capacidad de transporte existe un número de ecuaciones empíricas (Calero, 2015). Entre las que se podría indicar las siguientes:

$$V_{nsed} = 0.64R^{0.5}$$

$$V_{nsed} = 0.3R^{0.25}$$

2.3.7 Diseño hidráulico de Alcantarillas

En el diseño hidráulico de alcantarillas se lo puede realizar en dos instancias la primera en el cálculo del caudal que recogen las alcantarillas y la segunda en dimensionamiento

de la sección de alcantarilla para el material de construcción con el que se construirá esta obra.

2.3.7.1 Caudal de alcantarillas

Al ser las alcantarillas obras que recogen caudal de las cunetas y transportan el agua hacia los cauces naturales o colectores cercanos estas también deben permitir la continuidad del agua de quebradas o quebradillas que atraviesan la vía, por lo tanto, el caudal de diseño de estas será la suma del caudal que conducen las cunetas con el caudal de microcuencas de cauces naturales.

$$Q = Q_{\text{cun}} + Q_{\text{mcu}}$$

Donde:

Q: caudal máximo a desalojar (m³/s)

Q_{cun}: Caudal máx. que conduce la cuneta (m³/s)

Q_{mcu}: Caudal max de la microcuenca del cauce natural (m³/s)

El caudal de aportación de las cunetas será aquel con el que se diseña estas obras y el caudal de aportación de las microcuencas se lo determina por el método racional, estos dos caudales serán calculados para un periodo de retorno de 25 años como se recomienda en la tabla 14.

2.3.7.2 Diseño de alcantarillas

A pesar de que las alcantarillas son cauces cerrados, estas conducen flujo de agua a superficie libre por lo que, se recomienda diseñarlas con la ayuda de la ecuación de Manning que se muestra a continuación.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s).

V: Velocidad de escurrimiento [m/seg].

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

I: Pendiente longitudinal de la cuneta [m/m].

R: Radio hidráulico de la sección transversal [m].

En el presente proyecto se prevé construir las alcantarillas de ármico por lo que el valor del coeficiente de rugosidad de Manning será de:

$$n = 0.024$$

Pendiente de la alcantarilla

Al valor de la pendiente de la alcantarilla debe ser ideal para que no se produzcan velocidades altas que erosionen el cauce ni velocidades bajas que permitan la sedimentación de materiales, por lo mencionando el valor de esta es una variable importante en el diseño hidráulico de alcantarillas.

Relaciones Geométricas

Sección de flujo circular (w) en m²

$$W = \frac{D^2}{8} \times (\alpha \text{ rad} - \text{sen } \alpha)$$

Perímetro mojado (P) en m

$$P = \frac{D^2 \times \alpha \text{ rad}}{2}$$

Radio hidráulico (R) en m

$$R = \frac{W}{P}$$

Velocidad máxima y mínima

Además de controlar la erosión del material y la sedimentación en el cauce, en las alcantarillas es común que la velocidad de flujo aumente, por lo que, lo ideal es que aguas abajo se mantenga la velocidad del cauce natural, esto debido a que, las altas velocidades de descarga pueden provocar la erosión de la zona de descarga, por lo consiguiente este será un punto importante que tomar en cuenta.

2.4 Señalización

La señalización vial se compone de dispositivos, signos y demarcaciones oficiales colocadas por las autoridades con el objetivo de regular, advertir o encauzar el tráfico y ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones, ciclistas y vehículos.

En señalización vial existen 3 grandes grupos:

- **Señales de información.** - Informan a los usuarios de la vía de direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés.
- **Señales preventivas.** - Estas señales advierten al usuario sobre condiciones peligrosas en la vía y en los sectores cercanos a la misma.
- **Señales regulatorias.** - Regulan el movimiento del tránsito, la falta a estas señales representa una infracción de tránsito. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2001)

Según la norma del INEN la señalización debe ser uniforme, tanto en la forma como en los colores, para esto existen dimensiones, formas, colores, tipos de letra establecidos para cada tipo de señal; Así como también es uniforme la ubicación de instalación tanto horizontal, así como vertical.

La señalización implementada en el proyecto es la siguiente:

Pare (R1-1). Se instala en las aproximaciones a intersecciones, para identificar la vía priorizada.



R1 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca

Figura 15. Señal de pare.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

En la red vial del Complejo Integral San José de Ayora, se da prioridad a la calle longitudinal denominada Calle “A”. Esta calle tiene en su recorrido dos intersecciones, siendo el primero con la calle “1” y el segundo con la calle “2”, estas calles transversales son bidireccionales, de un carril en cada dirección, por lo que se considera necesario instalar 4 señales de PARE.

No entre (R2-7). Prohíbe el ingreso del flujo vehicular.



R2-7

Código No.	Dimensiones (mm)
R2-7A	600 x 600
R2-7B	750 x 750
R2-7C	900 x 900

Figura 16. Señal de no entre.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

La señal de NO ENTRE se prevé instalar en la intersección entre la Calle “A” y la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta, dejando así muy claro que en dicho espacio está completamente prohibida la circulación vehicular. Para esto se considera necesario implementar dos señales de este tipo.

Ciclovía (R3 – 12b). Se utiliza para señalar el uso exclusivo de ciclistas y peatones.



R3-12b

Código No.	Dimensiones (mm)
R3-12b A	300 x 400
R3-12b B	450 X 600
R3-12b C	600 X 800

Figura 17. Señal de ciclovía.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

La señal de CICLOVÍA se prevé instalar en la intersección entre la Calle “A” y la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta, indicando al usuario el espacio adecuado para desarrollar una actividad deportiva o de relajación de manera segura y confortable dentro del complejo.

Serie de límites máximos – R4. Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima de circulación.



R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Figura 18. Señal de límite máximo de velocidad.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

El **LÍMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD** se prevé instalar en varios puntos estratégicos ubicados a lo largo de la red vial del complejo, necesitando implementar un total de 14 señales de este tipo.

Cruce de vías (P2-1). Esta señal advierte al conductor de la existencia de un cruce de una vía.



P2-1

Código	Dimensiones (mm)
P2-1A	600 x 600
P2-1B	750 x 750
P2-1C	900 x 900

Figura 19. Señal indicadora de aproximación de cruce de vías.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

La señal de **CRUCE** de vías se considera necesaria instalar en la intersección formada por las Calles “A” y “2”, por lo cual se debe implementar 2 señales de este tipo.

Empalme lateral en curva izquierda (P2-10I) o Derecha (P2-10D). Esta señal advierte al conductor de la aproximación de un empalme externo en curva.

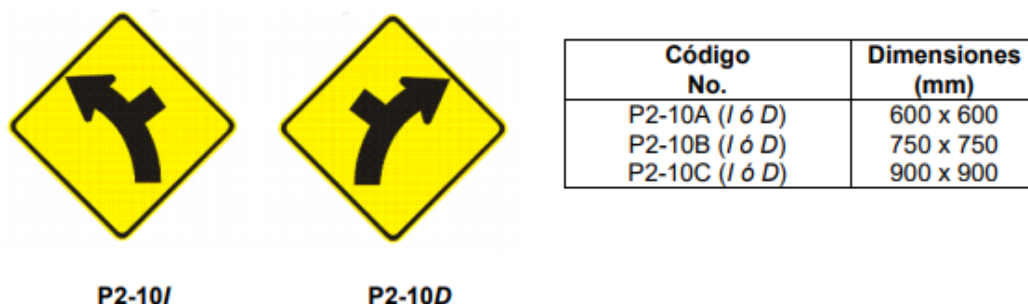


Figura 20. Señal de empalme lateral en curva.
Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

La señal de EMPALME LATERAL EN CURVA es necesaria instalar en la calle “A”, previo a la intersección formada por la calle A y la calle 1 en ambos sentidos de la vía, necesitando implementar un total de 2 señales de este tipo.

Señales de información: Sirven para indicar información de la ruta, atractivos turísticos, entre otra información de interés.

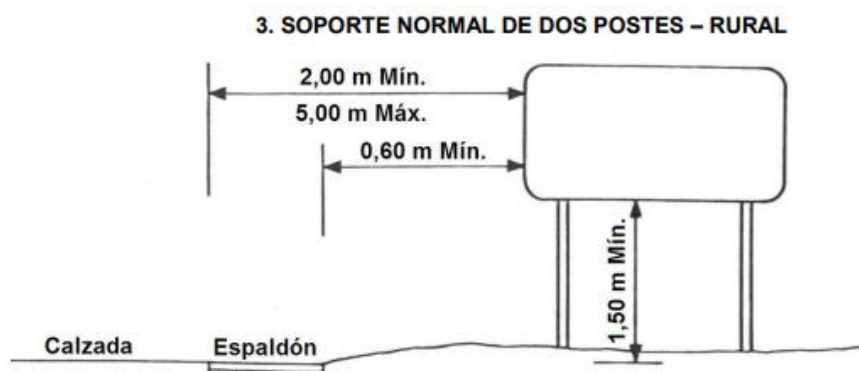


Figura 21. Forma general de señalización vertical informativa.
Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL:
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

La señal INFORMATIVAS se prevé implementar a lo largo de la red vial como de la Eco Ruta, por lo que se considera necesario efectuar alrededor de 10 señales de este tipo.

Línea de pare en cruces cebra en intersección controlada con señal vertical pare.

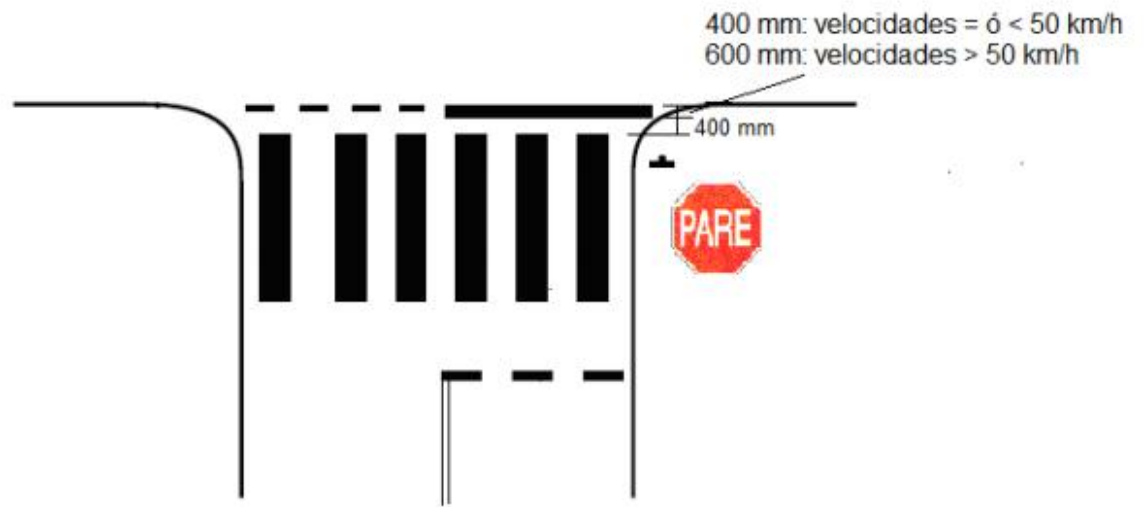


Figura 22. Señal con paso cebra en intersección controlada con un Pare.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Recuperado de URL: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Recopilación y preparación de información básica

3.1.1 Información cartográfica y topográfica

Para un correcto arranque de un trabajo de ingeniería es necesario conseguir cartografía de la zona, para analizar el tipo de relieve y la metodología a utilizar. Sobre los documentos previamente existentes se realiza un diseño inicial del trabajo, que luego será verificado en campo, en un primer reconocimiento del terreno.

En el país se cuenta con un sistema de cartografía a escala 1:50000 de libre acceso, el sitio del proyecto se encuentra representado en la carta CAYAMBE, con código CT-ÑII-F4, 3994 – II. Así como se muestra en la siguiente Figura:

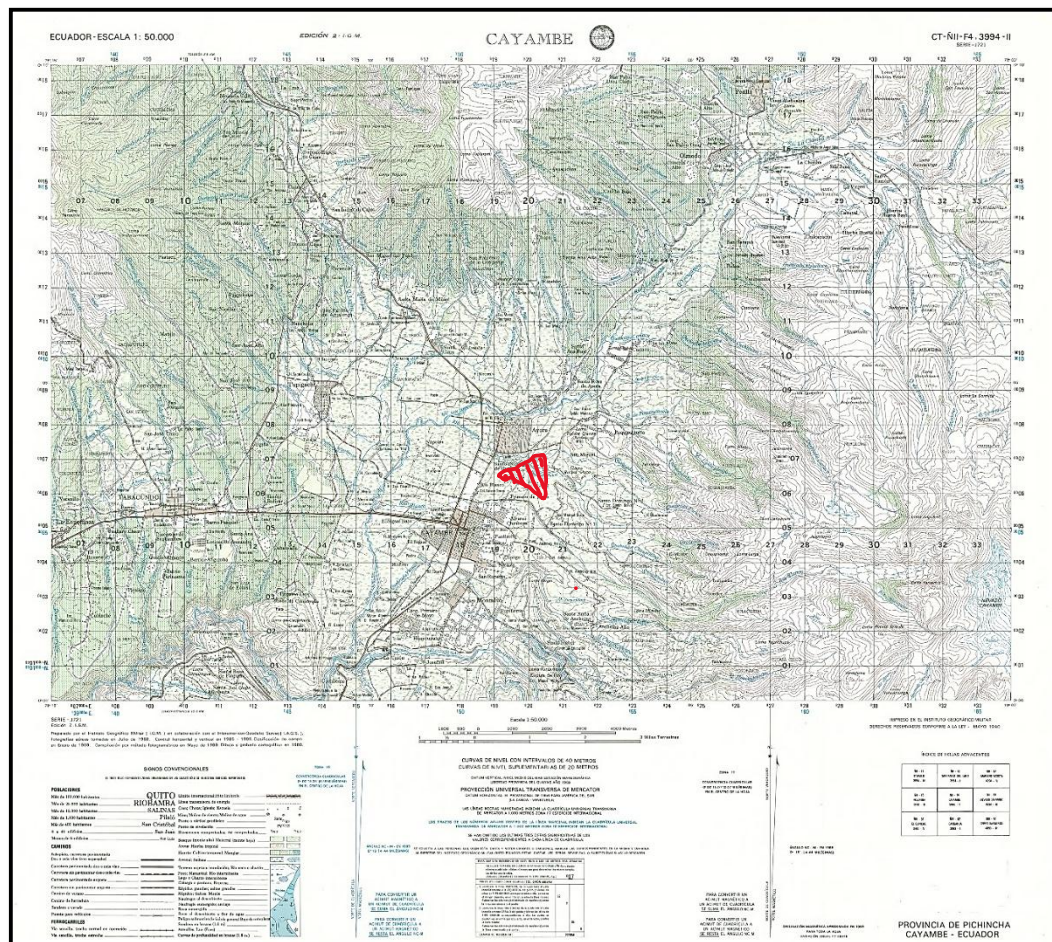


Figura 23. Ubicación del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora
Fuente: (Instituto Geográfico Militar , 2016).

3.1.2 Recopilar y analizar la información geológica - geotécnica del sector.

Geología: En la parroquia San José de Ayora predomina los Volcánicos de Cayambe y Cusin, acompañados de depósitos aluviales y terrazas, (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015). Conforme a la siguiente distribución:

Tabla 20.
Geología de la Parroquia San José de Ayora

GEOLOGÍA		
Tipos	Área (ha)	%
Depósitos aluviales	24.08	0.18
Depósitos coluviales	15.77	0.12
Depósitos coluviales	105.41	0.77
Depósitos Glaciares	267.92	1.96
Formación Cangahua	6006.13	43.93
No aplicable	866.28	6.34
Volcánicos Cayambe	6386.18	46.71
Total	13671.78	100

Fuente: Gobierno autónomo descentralizado "San José de Ayora". (2015). *Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Recuperado de URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf

3.1.3 Información climatológica e hidrológica

Climatológica:

El clima característico de la Parroquia San José de Ayora es Ecuatorial meso térmico húmedo y semi húmedo. La temperatura promedio es de 11.23° C, (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015). El comportamiento climatológico de la parroquia se representa en la siguiente Figura:

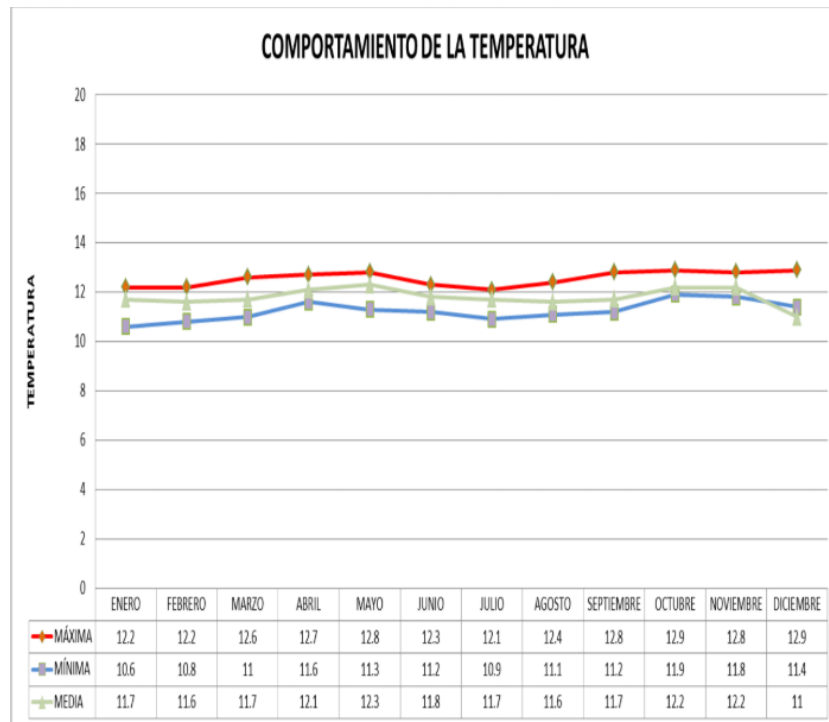


Figura 24. Comportamiento típico de la temperatura de la parroquia San José de Ayora
Fuente: Gobierno autónomo descentralizado "San José de Ayora". (2015). *Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Recuperado de URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf

De la Figura se desprende que la temperatura mínima es de $10,6^{\circ}\text{C}$, la cual se evidenció en el mes de enero; Mientras que la temperatura máxima es de $12,9^{\circ}\text{C}$, la cual se evidenció en los meses de octubre y diciembre

Hidrología:

La precipitación mensual de la zona en la que se ubica la parroquia San José de Ayora es de 68.5 mm.

La parroquia San José de Ayora pertenece a la sub – cuenca del río Guayllabamba – cuenca del Río Esmeraldas, posee 11 micro – cuencas en su territorio y drenajes menores que aportan al río San José de Ayora, el cual es el principal río de la parroquia, las microcuencas ubicadas en la zona son las siguientes:

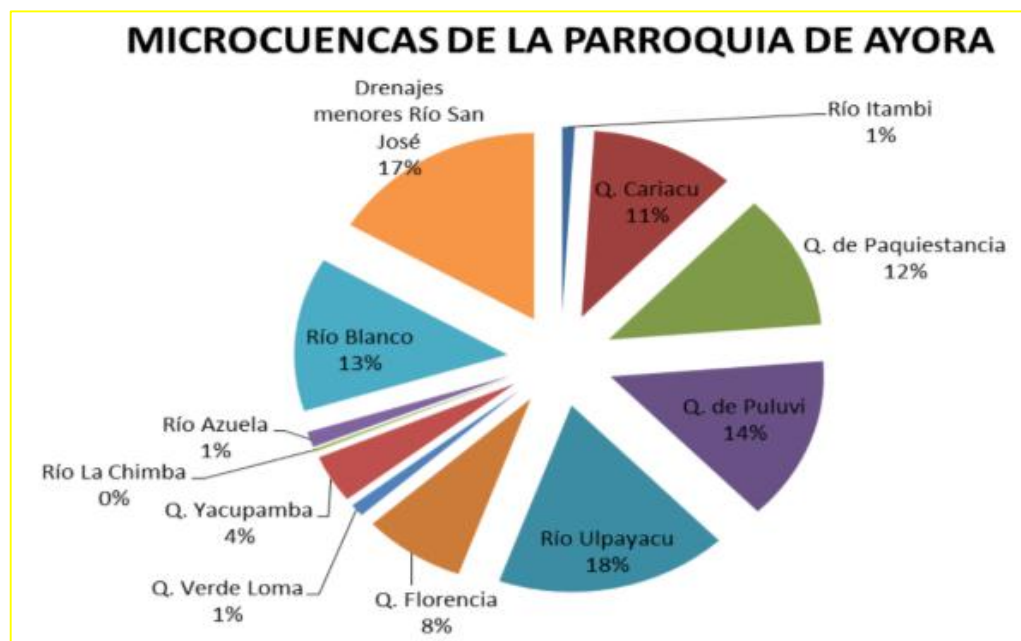


Figura 25. Porcentaje de microcuencas de la parroquia de Ayora.
Fuente: Gobierno autónomo descentralizado "San José de Ayora". (2015). *Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Recuperado de URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf

Es importante resaltar que el Complejo Agroecológico Integral San José de Ayora está delimitado por el norte con el río San José, el cual evidencia contaminación y el factor que genera esta es la descarga de aguas servidas, y las descargas de desechos de las plantaciones florícolas. Mientras que por el sur está delimitado con el río Puluvi el cual también evidencia contaminación provocada por descargas de aguas servidas y descargas de desechos de las plantaciones florícolas. (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015)

También es importante conocer los peligros de inundaciones de la parroquia, debido a la presencia de los ríos que bordean el proyecto, analizando el mapa de inundaciones, realizado por el equipo de consultores del GAD de Ayora indicado en el Anexo 2, se identifica que el proyecto está muy cercano a la zona presumiblemente inundable, por lo que se considera de fundamental importancia realizar un estudio de inundaciones

del proyecto, dicho estudio se realizará en el río San José, antes de la junta con el río Puluví.

3.2 Generación de información

3.2.1 Generación de información topográfica

Para toda obra de ingeniería es de fundamental importancia conocer la topografía real del sitio del proyecto y haciendo uso de esta, realizar una adecuada planificación, diseño y construcción. Como se ha mencionado anteriormente en el interior de este complejo se pretende trazar una red vial que vaya acorde con las necesidades generadas por el mismo proyecto, y perimetralmente realizar el análisis de factibilidad de una ciclovía, es por esto que la topografía es una parte clave para que los diseños sean compatibles con la realidad del terreno.

3.2.1.1 Georreferenciación.

La georreferenciación es el posicionamiento de un punto en el que se define el posicionamiento espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado.

El territorio continental ecuatoriano está abarcado entre la zona 17 y zona 18, y en los dos hemisferios divididos por la línea ecuatorial, norte y sur. El Complejo Integral

Agroecológico San José de Ayora se ubica en la Zona 17 Norte, el sistema de coordenadas utilizado para el levantamiento topográfico y la georreferenciación es UTM WGS – 84 (Universal Transversal de Mercator), cabe recalcar, que se consideró importante también colocar las coordenadas de los puntos de control en el sistema PSAD – 56, ya que las cartas topográficas del sector se encuentran en el IGM aún en este sistema.

La georreferenciación para este proyecto se realizó con equipos GPS LEICA 1200 L1/L2 mediante los cuales se obtiene una precisión de 3mm+0.5ppm. El método utilizado fue el método estático y posteriormente el post proceso realizado en el software Leica Geo Office versión 7.0, este método se aplica cuando las líneas base tienen una longitud mayor a 20km.

Post-proceso con el software Leica Geo Office	Horizontal:	10 mm + 1 ppm, cinemático
	Vertical:	20 mm + 1 ppm, cinemático
	Horizontal:	5 mm + 0,5 ppm, estático
	Vertical:	10 mm + 0,5 ppm, estático
	Para líneas largas con observaciones largas	
	Horizontal:	3 mm + 0,5 ppm, estático
Todos los receptores GPS1200 de doble frecuencia	Vertical:	6 mm + 0,5 ppm, estático

Figura 26. Precisión y Tiempos de observación
Fuente: (Leica Geosystems AG, 2008)



Figura 27. GPS 1200
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

La georreferenciación se realizó teniendo como base la estación certificada para control horizontal y vertical VIETIC cuya monografía se adjunta en anexos.

Con el procedimiento indicado se posicionaron los siguientes GPS:

Tabla 21.
Coordenadas de los puntos de control

PUNTO	WGS-84 Z 17 N		PSAD-56 Z 17 N		Altura ortométrica	Factor de escala
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE		
GPS 1	8055.125	818389.485	8422.582	818638.865	2812.418	1.00085512
GPS 2	7639.344	818402.34	8006.424	818651.242	2811.948	1.00085522
GPS 3	7321.006	818150.771	7687.466	818399.033	2805.253	1.00085323
GPS 4	7252.361	818289.549	7618.547	818538.216	2806.852	1.00085433

UBICACIÓN:



Figura 28. Ubicación de los puntos GPS
Fuente: (Google Earth , 2018)

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Las monografías de los puntos GPS se encuentran en anexos.

El levantamiento topográfico del complejo fue realizado aplicando dos metodologías, metodología por RTK y metodología por estación total, en las dos metodologías se realizó el levantamiento según lo establecido en las normas vigentes para este tipo de estudios, levantando secciones transversales de 40 metros de ancho mínimo y cada 20 metros de avance longitudinal.

3.2.1.2 Metodología RTK.

La metodología RTK que por sus siglas en inglés significa navegación satelital en tiempo real, esta se realiza mediante el uso de antenas receptoras de señales GPS, GLONASS y/o GALILEO, para este proyecto los autores emplearon antenas Leica GPS 1200.

El procedimiento de campo consta de una base nivelada y centrada en un punto con coordenadas conocidas, en este caso el punto fue el GPS 3, esta base emite señales de corrección al receptor RTK, el receptor calcula las coordenadas del punto y almacena esta información en el sistema. Se recomienda utilizar este método en líneas base menores a 15km.



Figura 29. Toma de datos RTK.
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Post proceso, se realiza para generar un ajuste de los datos tomados en campo y corregir puntos que no han alcanzado la precisión deseada por interrupciones en la recepción de señal satelital en el campo, llevando a cabo el post proceso la precisión de los puntos tomados es de 5 mm + 0.5 ppm en sentido horizontal y de 10 mm + 0.5 ppm en sentido vertical, esta precisión está dentro del rango exigido por el MOPT para levantamientos topográficos bajo esta metodología.

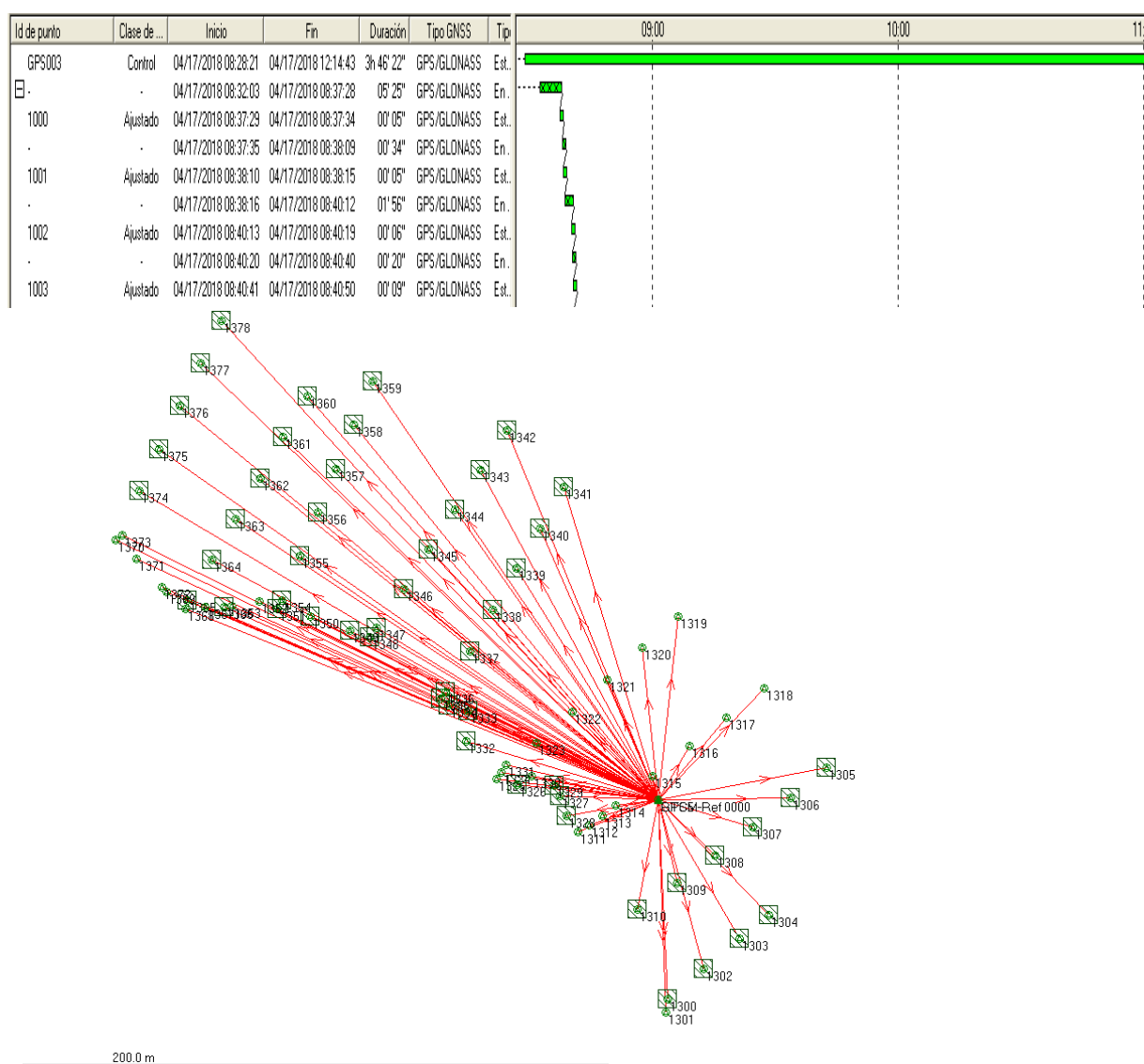


Figura 30. Post proceso realizado en LGO 7.0
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

En la imagen se aprecia que todos los puntos fueron tomados a partir de una estación base, la estación base es estática y se ubica en el centro de los demás puntos, en el gráfico estas medidas se representan a través de flechas rojas que salen de la estación base hacia el receptor, el cual determina los datos de posición del resto de puntos.

3.2.1.3 Metodología por estación total.

Debido a la abundante vegetación en ciertas zonas del terreno, especialmente cerca de las orillas de los ríos, los autores tuvieron la necesidad de emplear una estación total para la consecución del levantamiento topográfico, el equipo empleado fue una estación total Leica TS 02.



Figura 31. Estación total Leica TS 02. Fotografía tomada en las riberas del río San José
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

La estación total se estacionó en los puntos GPS cuyas coordenadas eran conocidas, el método de levantamiento fue radial, es decir avanzando por la ribera del río y tomando puntos de secciones transversales de 40 metros de ancho, aprovechando que el avance se realizó por la ribera, también se tomó los datos de las secciones transversales del río

San José y río Puluví, las cuales serán utilizadas posteriormente para el estudio de inundaciones.

A partir de los datos obtenidos en campo mediante RTK y Estación Total, fueron procesados en CivilCad versión español 2018, este software permite analizar la información en campo y elaborar el plano topográfico, el cual se encuentra en la sección de Planos.

3.2.2 Generación de información geotécnica

Realizar estudios de la subrasante en campo y en laboratorio, para determinar con exactitud la información necesaria para el diseño estructural de la, de la eco ruta, así como también de la red vial del Complejo Integral Agroecológico San José.

Trabajos de campo y laboratorio:

3.2.2.1 Trabajos de campo:

- Toma de muestras alteradas de suelo de la subrasante, a profundidades de 1,00m para posteriormente realizar la clasificación AASHTO.
- Toma de muestras alteradas de suelo, para determinar el CBR de laboratorio y posteriormente el CBR de diseño.

Sondeos realizados:

Los sondeos realizados en campo por el personal técnico del Laboratorio de suelos de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana fueron ubicados en sectores estratégicos, sondeos que sirven tanto para caracterizar la ciclovía como la red vial. Los sondeos en la red vial tienen una distancia entre ellos, menor a 500 metros, tal y como, lo recomiendan las normas MOP. La ubicación de cada sondeo se indica en la siguiente tabla:

Tabla 22.
Sondeos Geotécnicos

PUNTO	X	Y	LATITUD	LONGITUD
1	818368.819	7761.082	0° 4' 12.4638"	-78° 8' 24.3384"
2	818244.423	8231.518	0° 4' 27.7674"	-78° 8' 28.356"
3	818121.434	7310.496	0° 3' 57.8088"	-78° 8' 32.3334"
4	817926.54	7396.83		
5	817497.01	7845.73		
6	817848.371	8100.403	0° 4' 23.502"	-78° 8' 41.154"
7	817647.773	7612.229	0° 4' 7.6224"	-78° 8' 47.6376"
8	818082.749	7764.118	0° 4' 12.5616"	-78° 8' 33.5832"
9	817688.388	7796.979	0° 4' 13.6344"	-78° 8' 46.3236"



Fuente: Escobar & Flores, 2018.

3.2.2.2 Trabajos de laboratorio

Clasificación AASHTO. Se realiza aplicando la norma ASTM D 3282, en este ensayo se incluye la determinación del contenido de humedad natural, granulometría, límite líquido, límite plástico.

Compactación Proctor modificado, en este ensayo se aplica la norma ASTM D 1557, sirve para determinar el valor de densidad seca máxima y la humedad óptima de compactación.

CBR. Para la obtención del valor del CBR se aplicó la norma ASTM D 1883, este ensayo se utiliza para determinar el valor de soporte de la subrasante del suelo compactado a humedad óptima, para después de la saturación, obtener los valores de penetración para deformaciones de 0,1 y 0,2 pulgadas.

Una vez aplicadas las normas correspondientes se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 23.
Resumen de Resultados de los Sondeos Geotécnicos

N°	% Pasa 40	% Pasa 200	LL (%)	LP (%)	IP (%)	AASHTO	%H	%H óptima	γ máx. g/cm ³	CBR 0,1 in (%)	CBR 0,2 in (%)	CBR recom.
1	96	59	25	22	3	A – 4 (0)	24	13,85	1,791	32	35	32
2	88	51	32	21	11	A – 6 (3)	21	13,50	1,855	28	30	28
3	99	73	28	21	7	A – 4 (4)	27	16,15	1,731	22,80	25,60	23
4	95	58	33	27	6	A – 4 (2)	26	19,19	1,585	6,80	8,80	7
5	35	12	NP	NP	NP	A – 1 - b (0)	10	10,35	1,962	35,50	46	36
6	85	21	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	15	18,40	1,62	13,80	17,50	14
7	90	62	28	25	3	A – 4 (0)	17	17,00	1,687	19	21,40	19
8	93	54	NP	NP	NP	A – 4 (0)	23	14,52	1,782	31,30	33,70	32
9	83	53	33	29	4	A – 4 (1)	17	16,75	1,663	11,70	14,40	12

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Los informes de laboratorio se ubican en la sección de anexos.

3.2.3 Generación de información hidrológica

Información cartográfica

La cartografía recopilada para el presente estudio pertenece al Instituto Geográfico Militar (I.G.M). Esta institución cuenta con cartas topográficas válidas y oficiales para garantizar que los estudios realizados tengan validez al ser entregados. Así pues, esta información será manejada con el sistema de proyección coordenadas UTM WGS 1984 zona 17Norte.

Tabla 24.

Ubicación de la cuenca Granobles AJ Guachalá en las cartas topográficas

Nombre de la carta	Código	Escala	Sistema
Cayambe	Ñ II-F4 3993-II	1:50 0000	WGS 1984 17N
Mariano Acosta	O II-E1 4094-IV	1:50 0000	WGS 1984 17N
Nevado Cayambe	O II-E3 4094-III	1:50 0000	WGS 1984 17N
San Pablo del lago	Ñ II-F4 3994-I	1:50 0000	WGS 1984 17N

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

El trazado de la cuenca Granobles AJ Guachalá, ha sido realizado mediante el uso de 4 cartas topográficas, como se observa en la siguiente Figura.

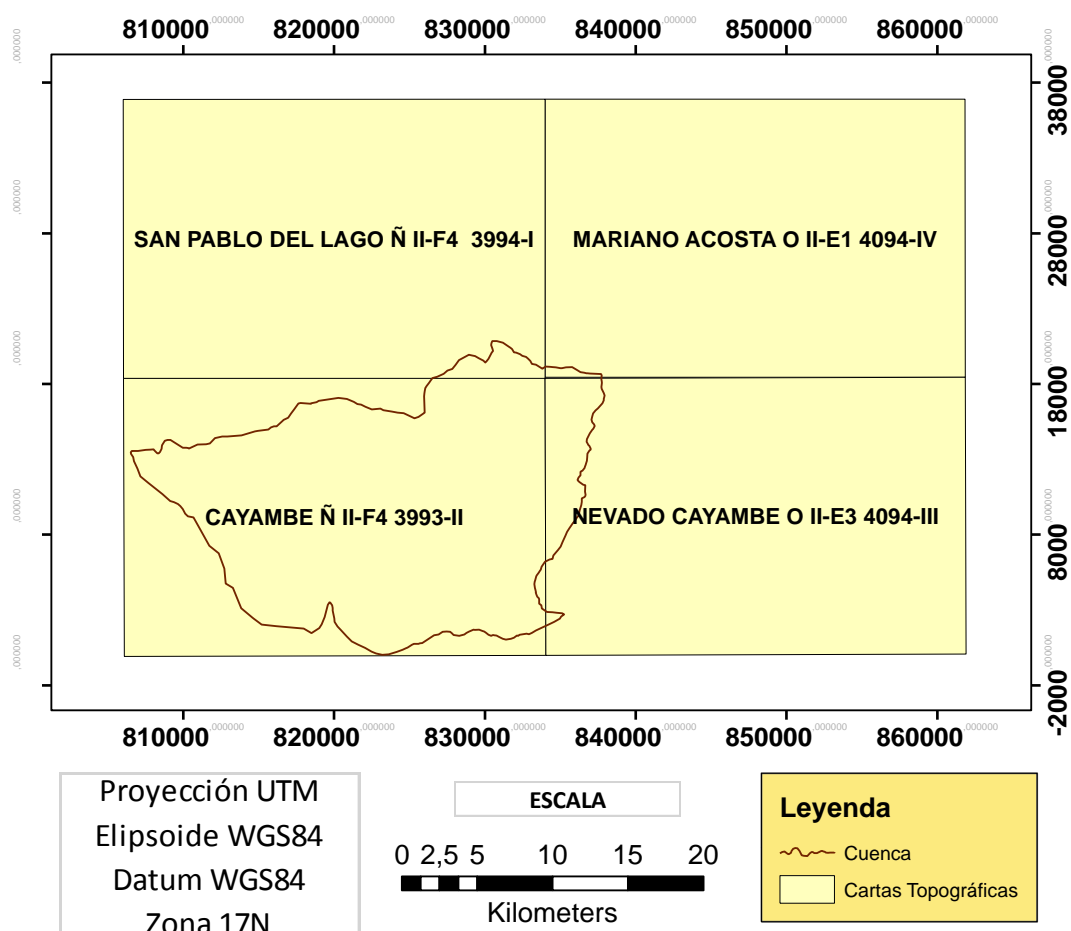


Figura 32. Ubicación de la cuenca Granobles AJ Guachalá en las cartas topográficas
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Información meteorológica

La información meteorológica ha sido recopilada del Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), y corresponde a los datos pluviométricos de las estaciones que se encuentran dentro y cercanas a la cuenca Granobles AJ Guachalá.

Tabla 25.
Estaciones meteorológicas cercanas y dentro de la cuenca

Código	Nombre	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Latitud	Longitud		
M023	Olmedo-Pichincha	0° 8' 53" N	78° 2' 52" W	3120	CO
M834	Olmedo-Inerhi	0° 8' 40" N	78° 4' 20" W	3098	PV
M573	Chaupi	0° 7' 30" N	78° 6' 0" W	3100	PV
M628	Hda. Pesillo	0° 9' 31" N	78° 3' 50" W	3120	PV
M359	Cayambe	0° 3' 14" N	78° 8' 22" W	2840	PV
M098	San Marcos	0° 6' 18" N	77° 57' 37" W	3440	CO
M833	Rio San Pedro	0° 6' 1" N	77° 56' 40" W	3425	PV
M734	Rio Arturo	0° 5' 42" N	77° 56' 30" W	3390	PV

Código	Nombre	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Latitud	Longitud		
M316	Zuleta	0 ° 14 ' 19 " N	78 ° 15 ' 0 " W	2910	PV
M320	Hda.La Vega	0 ° 11 ' 14 " N	78 ° 10 ' 44 " W	2700	PV
M321	Topo-Imbabura(Angla)	0 ° 12 ' 55 " N	78 ° 9 ' 4 " W	2860	PV
M1024	Tomalón En Tabacundo	0 ° 2 ' 0 " N	78° 14' 0 " W	2790	AP

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

PV: Pluviométrica

CO: Climatológica ordinaria

Análisis de información meteorológica existente

Para determinar el periodo de estudio y la cantidad de estaciones con las que se desarrollará el estudio, se realizó un análisis de la información existente desde el año en el que fueron instaladas las estaciones meteorológicas. Este análisis se lo puede apreciar en el cuadro mostrado en la siguiente tabla. Posterior a este estudio se ha procedido a eliminar las estaciones que no tienen información suficiente para realizar un análisis meteorológico y se ha seleccionado las estaciones que presentan datos suficientes para realizar el estudio entre el periodo de 1990 y 2014

Tabla 26.

Cuadro de análisis de la información existente de las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN/AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
M023																									
M316																									
M321																									
M359																									
M573																									
M628																									
M734																									
M833																									
M834																									
M1094																									
	INFORMACIÓN	COLOR																							
	COMPLETA																								
	INCOMPLETA																								
	NULA																								

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 27.
Cuadro de información existente de las estaciones meteorológicas seleccionas para el estudio

ESTACIÓN/AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
M023																									
M321																									
M359																									
M1094																									
	INFORMACIÓN	COLOR																							
	COMPLETA																								
	INCOMPLETA																								
	NULA																								

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 28.
Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio.

Código	Nombre	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Latitud	Longitud		
M023	Olmedo-Pichincha	0 ° 8 ' 53 " N	78 ° 2 ' 52 " W	3120	CO
M359	Cayambe	0 ° 3 ' 14 " N	78 ° 8 ' 22 " W	2840	PV
M321	topo-Imbabura(Angla)	0 ° 12 ' 55 " N	78 ° 9 ' 4 " W	2860	PV
M1024	Tomalón En Tabacundo	0 ° 2 ' 0 " N	78° 14' 0 " W	2790	AP

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Información hidrológica

La información hidrológica ha sido recopilada del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), y corresponde a los datos de caudales medios mensuales de las estaciones que se encuentran dentro de la cuenca Granobles AJ Guachalá.

Tabla 29.
Estaciones hidrológicas dentro de la cuenca

Código	Nombre	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Latitud	Longitud		
H142	Canal Exceso Tabacundo	0 ° 8 ' 59 " N	78 ° 1 ' 25 " W	3360	LM
H152	La Chimba En Olmedo	0 ° 9 ' 3 " N	78 ° 2 ' 32 " W	3096	LM
H143	Granobles A.J. Guachalá	0 ° 1 ' 33 " N	78 ° 10 ' 0 " W	2750	LG

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

LM: Limnimétrica LG: Limnigráfica

Análisis de información hidrológica existente

Para determinar el periodo de estudio y la cantidad de estaciones con las que se realizará la investigación se realizó un análisis de información existente y año en la que fueron instaladas las estaciones hidrológicas. Posterior a este análisis se ha procedido a eliminar las estaciones que no tienen información suficiente para realizar

un análisis hidrológico y se ha seleccionado la estaciones que si tienen datos suficientes para realizar el estudio entre el periodo de 1993 y 2013.

Tabla 30. cuadro de análisis de la información existente de las estaciones hidrológicas

AÑO / ESTACIÓN	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
H 142																					
H 152																					
H 143																					

INFORMACIÓN	COLOR
COMPLETA	
INCOMPLETA	
NULA	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 31.

Estación hidrológica para el estudio

Código	Nombre	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Latitud	Longitud		
H143	Granobles A.J. Guachalá	0 ° 1 ' 33 " N	78 ° 10 ' 0 " W	2750	LG

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Descripción del estudio hidrológico

El estudio comprende el análisis de caudales máximos de la cuenca del río Granobles AJ Guachalá y la transposición de estos mismos a la subcuenca del río San José de Ayora. Con estos caudales poder realizar un modelamiento hidráulico del río San José y elaborar un mapa de riesgo de inundaciones, que permita efectuar el retiro adecuado del eje de la ciclovía proyectada en la cercanía del margen del río San José a lo largo del complejo Integral Agroecológico San José de Ayora.

En este contexto se proyecta identificar la Cuenca del río Granobles AJ Guachalá y la Sub cuenca del río San José mediante sus parámetros físico-morfométricos y precipitación media.

Ubicación del área de estudio

El Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora se encuentra en la Subcuenta del río San José de la cuenca del río Granobles AJ Guachalá en la provincia de Pichincha en la sierra ecuatoriana, en las coordenadas 817290 E; 7718 N zona 17 Norte (WGS84), donde se ha considerado punto de estudio para la generación de caudales máximos del río San José.

En la figura siguiente se encuentra la ubicación general de las cuencas y el área de estudio.

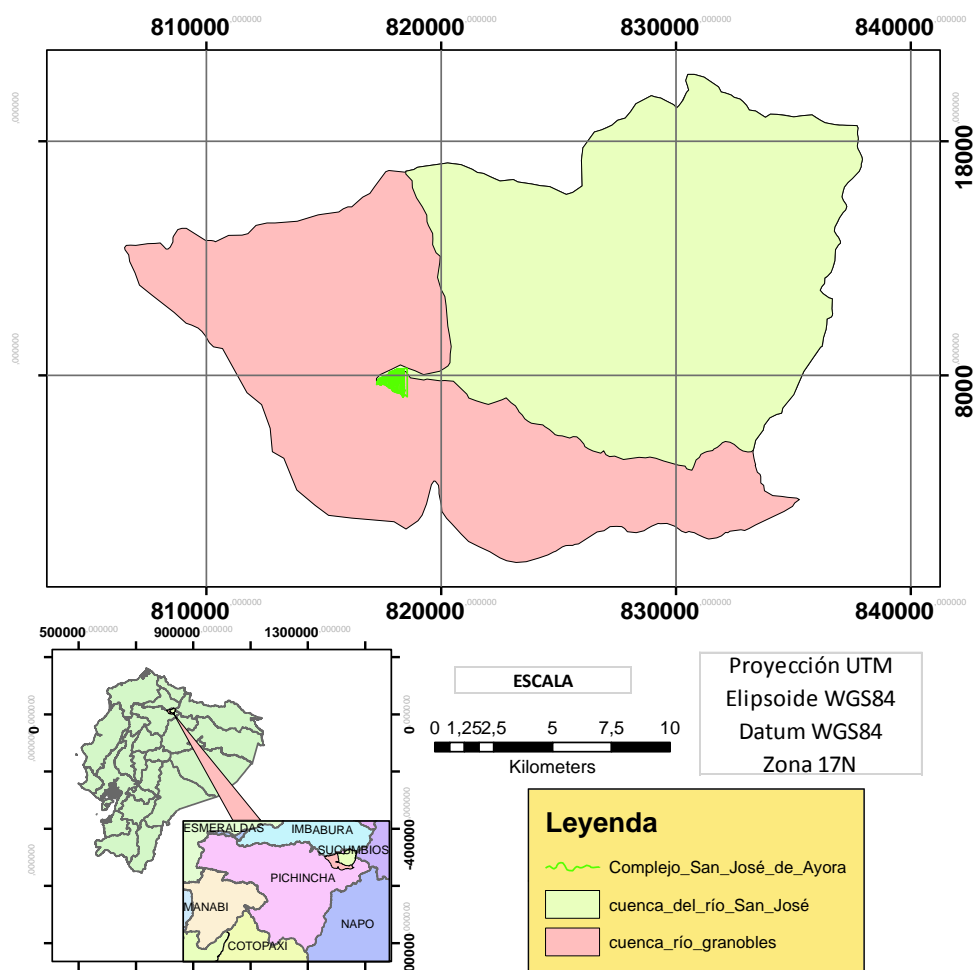


Figura 33. Ubicación del área de estudio en la cuenca
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

3.3 Análisis e interpretación de información

3.3.1 Elaboración de planos topográficos

Los planos topográficos se realizaron utilizando el software CivilCad 3d, tanto para la importación de puntos, creación de superficies, perfiles, delimitación del terreno, entre otras. Los planos correspondientes al levantamiento topográfico se ubican en la sección de planos.

3.3.2 Caracterización física y mecánica del suelo del lugar

3.3.2.1 Propiedades físicas de la subrasante

CBR de diseño:

El CBR de diseño corresponde al percentil 85 el cual se obtiene ordenando de manera descendente los valores de CBR de todos los sondeos y asignando al valor más alto el 100% y a los demás valores el porcentaje correspondiente, luego a partir de la interpolación encontrar el valor de CBR que corresponde al 85%, para lo cual se elabora la siguiente tabla:

Tabla 32.
CBR ordenado descendentemente

CBR	PORCENTAJE
36	100.00
32	87.50
28	75.00
23	62.50
19	50.00
14	37.50
12	25.00
7	12.50

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

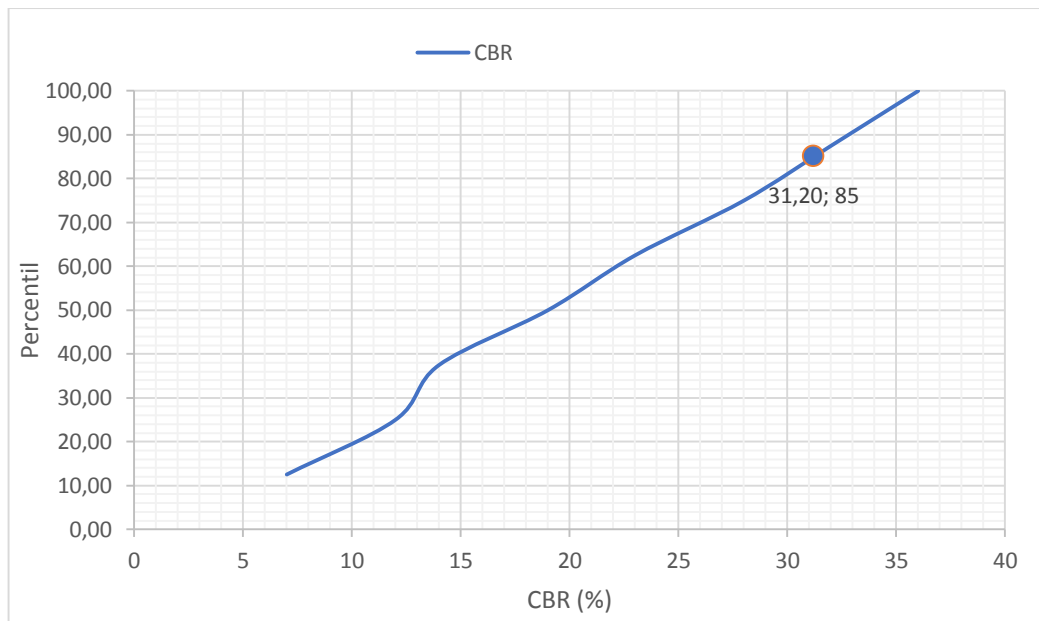


Figura 34. CBR de Diseño
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Con los valores de la tabla y el gráfico se procede a interpolar y obtener el valor del CBR que corresponde al porcentaje del 85%. El cual es CBR de 31,20%. Por lo cual para el diseño de la estructura del pavimento se trabajará con CBR de 31%.

Es posible clasificar la subrasante a través del valor del CBR, para lo cual utilizamos la siguiente tabla:

Tabla 33.
Clasificación de suelas para infraestructura de pavimentos

CBR	Clasificación general	Usos	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	A5, A6, A7
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Regular	Sub-base	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Bueno	Base, Sub-base	A1b, A2-5, A3, A2-6
Mayor a 50	Excelente	Base	A1-a, A2-4, A3

Fuente: (Grisales, 2005)

Por lo tanto, podemos concluir que el suelo de la subrasante es bueno, con este antecedente se procede posteriormente a diseñar la estructura del pavimento.

3.3.3 Elaboración de informes con el caudal de crecida máximo de río San

José, en el periodo de retorno establecido.

Características física-morfométricas de la cuenca

Las características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, entre otros), los tipos de suelo, las prácticas agrícolas, la capa vegetal. Estos elementos proporcionan la posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico (Gutierrez, 2014).

Tabla 34.
Parámetros físico-morfométricos de las cuencas

Cuenca	Centroide m		Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Pendiente de la Cuenca (%)	Longitud del río (km)	Pendiente del río (m/km)	Tc (h)	Kc	Kf
	Este	Norte								
Granobles	823296.45	10229.41	393.80	97.39	21.43	34.55	0.0381	3.57	1.37	0.50
San José	828774.57	12235.90	214.04	71.56	28.44	27.42	0.0441	2.82	1.37	0.40

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Relleno de datos de precipitaciones

Uno de los problemas que frecuentemente tienen los estudios hidrológicos es la falta de datos completos. Por lo tanto, es necesario completar los datos faltantes aplicando diferentes métodos de relleno de información, en los que se utilizan datos disponibles de las estaciones cercanas que presenten un régimen similar de funcionamiento al de la estación con datos faltantes (Gutiérrez, 2014).

Por ende, en el presente estudio se han utilizado los métodos de correlación simple, proporción normal, y media aritmética.

Las aplicaciones de estos métodos debido a su gran contenido de tablas se encuentran en el anexo hidrológico como Relleno de datos.

Análisis de consistencia y ajuste de datos pluviométricos

Para aplicar las series de datos temporales en los estudios hidrológicos y que estos tengan validez, se debe hacer un análisis de inconsistencias y heterogeneidades de los valores que estén en los registros pluviométricos (Gutiérrez, 2014). En este contexto las razones por las cuales se generan estas inconsistencias se deben a factores naturales o inducidas por el hombre. Para casos como estos es necesario corregir estos datos mediante el método de doubles masas o doubles acumulaciones, que es utilizado frecuentemente en diferentes ramas de estudios que manejan datos estadísticos.

La aplicación de este método debido a su gran contenido de tablas se encuentra en el anexo hidrológico como: homogenización de datos de precipitación.

Precipitación media

La determinación de la precipitación media es esencial en un estudio hidrológico, debido a que es la variable de entrada al sistema. Por lo que, la manera de estimar este valor es a partir de información puntual distribuida en la cuenca o cercana a la cuenca de estudio, que se encuentra registrada en altura de lluvia en milímetros (Gutiérrez, 2014).

Al no tener suficientes estaciones que registren precipitaciones dentro de las cuencas de estudio, se ha optado por utilizar, además de las estaciones que estén dentro de las cuencas, las estaciones aledañas a estas. Los métodos utilizados para determinar el valor de precipitación media fueron:

- Método de Thiessen
- Método de curvas de Isoyetas

- Método de la inversa distancia al cuadrado

Método de Thiessen. - Este método establece que la lluvia que se presenta en algún sector de la cuenca es igual a la registrada en el pluviómetro más cercano (Gutiérrez, 2014). Básicamente, el método consiste en atribuir a cada aparato de medición un área poligonal de manera que esta sirva para ponderar la lluvia registrada en cada aparato. Esto se lo realiza de la siguiente manera.

1. Se forman triángulos entre las estaciones mediante segmentos.
2. Se trazan mediatrices salientes de los segmentos de los triángulos formados, las líneas formadas al intersecarse estas son los lados de los polígonos que se asignan a cada estación que quede dentro de estos.
3. Se mide el área de cada polígono dentro de la cuenca.
4. Se la calcula la precipitación media con la siguiente expresión.

$$P_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i P_i}{A}$$

Donde :

- a_i = área de influencia del polígono de cada estación (m²)
- P_i = precipitación de cada pluviómetro (mm)
- A = área total de la cuenca (m²)

El grafico de los Polígonos de Thiessen para medir sus áreas se encuentra en el anexo de mapas.

Método de curvas de Isoyetas. - Consiste en trazar contornos de lluvia constante a partir de los datos de los pluviómetros. Estos son parecidos al de los planos topográficos, pues cada curva representa un valor de lluvia constante (Gutiérrez, 2014). Básicamente, el método se lo realiza de la siguiente manera: una vez trazadas las isoyetas, al extenderse estas cortaran la cuenca y formaran áreas entre isoyetas, las cuales servirán para ponderar a los valores de precipitación de las curvas formadas. El cálculo de la precipitación media se realiza con la siguiente expresión.

$$P_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i P_i}{A}$$

Dónde :

- a_i = área entre isoyetas (m²)
- P_i = Isomedia (valor medio entre isoyetas)
- A = área total de la cuenca (m²)

El grafico Mapas de Isoyetas para medir sus áreas se encuentra en el anexo de mapas.

Método de la inversa distancia al cuadrado. - El método consiste en trazar segmentos que unan las estaciones externas con una estación central, de manera que se pueda realizar un promedio ponderado en función de las distancias de la estación externa. Es decir, mientras más lejos este la estación será menor el peso influencia que tenga en el cálculo de la precipitación media. El cálculo se lo realiza con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$W_i = \frac{1}{D^2}$$

$$P_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i P_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Dónde :

- D= Distancia de influencia de cada estación
- W_i = Inversa de la distancia
- P_i = Precipitación de cada pluviómetro

El gráfico de las Distancias de Influencia para medir sus longitudes se encuentra en el anexo mapas.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los valores de precipitación media calculados por los diferentes métodos expuestos, estos cálculos individuales se los puede apreciar en el anexo hidrológico como Precipitación media

Tabla 35.
Resumen de valores de precipitación media en mm

CUENCAS	MÉTODOS		
	Thiessen	Isoyetas	Dist. Inversas
Cuenca Granobles	1023.5	978.3	977.5
Cuenca San José	874.7	880.5	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Estudio de caudales máximos

El siguiente estudio se ha realizado por dos métodos el primero es un análisis de frecuencias hidrológicas y el segundo mediante el método Soil Conservation Service (SCS). En este contexto se tiene como punto de partida los caudales máximos anuales registrados en la estación Granobles AJ Guachalá para el primer método y un análisis de precipitaciones máximas de la cuenca para el segundo método.

Análisis de frecuencias hidrológicas

Para la aplicación de este método se requiere que la cuenca de estudio tenga datos homogéneos e independientes en el punto de estudio considerado. Por esta razón se ha visto necesario definir y caracterizar a la cuenca del río Granobles AJ Guachalá y a la cuenca del río San José de Ayora. Para así poder realizar una transposición de caudales, desde el punto de estudio de la cuenca Granobles hasta el punto de estudio de la cuenca San José.

El análisis consiste en realizar un análisis de frecuencias de datos a los caudales máximos aplicando 6 funciones de distribución para 2 periodos de retorno diferentes 10 años y 25 años. Estas funciones fueron normal, log normal, Gumbel, Log Gumbel, Pearson 3, Log Pearson 3. Se determina los ajustes gráfica y analíticamente y se compara los valores de error medio estándar de cada modelo mediante la ecuación:

$$S_x = \frac{S}{n}$$

Dónde:

- S_x = Error medio estándar del modelo (adimensional)
- S = desviación estándar de la muestra (adimensional)
- N = número de datos de la muestra

Dado que el mejor ajuste en función del análisis de distribuciones resulto el de la distribución Gumbel valores extremos tipo I se ha procedido a calcular los caudales aplicando esta función.

A continuación, se presenta una tabla del resumen estadístico realizado para las diferentes funciones de distribución expuestas, estos cálculos se encuentran en el anexo hidrológico y están realizados para dos periodos de retorno TR 10 años y TR 25 años.

Tabla 36.
Resumen estadístico de las funciones de distribución

	p_value_chi	RFSE	p_value_kol	RMSE
<i>Normal</i>	0.9999	0.1611	0.898	79.552
<i>LogNormal</i>	0.9706	0.1189	0.513	50.5235
<i>Gumbel</i>	0.9937	0.1515	0.8726	62.0723
<i>LogGumbel</i>	0.8896	0.0978	0.7002	33.3035
<i>Pearson3</i>	0.9958	0.123	0.819	46.1836
<i>LogPearson3</i>	0.9784	0.1063	0.5744	39.0392

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Distribución Gumbel o Valores Extremos Tipo 1

Esta distribución es frecuentemente utilizada cuando se requiere representar el comportamiento de crecientes máximas, trabaja con dos momentos (media y desviación estándar), (Gutiérrez 2014). Partiendo de una serie de datos el proceso de cálculo se basa en la siguiente expresión.

$$Q_{TR} = Q_{med} + KT \cdot S$$

$$KT = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{TR}{TR-1} \right) \right] \right\}$$

Dónde:

- Q_{TR} : Caudal relacionado a un periodo de retorno.
- Q_{med} : Media aritmética de la serie de caudales máximos.

- S : Desviación estándar de la serie parcial (Serie de Caudales Máximos)
- KT : Factor de frecuencia obtenido de la ley de distribución de frecuencia

Transposición de caudales

Al no existir información sobre los caudales en el punto de estudio éstos deben ser estimados a partir de la información pluviométrica e hidrométrica disponible. Por esta razón es que se ha caracterizado a la cuenca Granobles AJ Guachalá y a la subcuenca rio San José y se ha estimado la precipitación media en cada una de estas cuencas. Estos valores de precipitación, junto con las respectivas áreas de las cuencas, con los valores del área precipitación media de cada cuenca se establece una relación de caudales, de manera que es posible trasponer estos de un punto a otro. A este procedimiento de transposición de caudales se lo llama Método área – caudal – precipitación:

$$Q_x = \frac{A_x * P_x * Q_o}{A_o * P_o}$$

Donde:

- A_o = Área de la cuenca con estación en el punto de estudio
- P_o = Precipitación media de la cuenca con estación en el punto de estudio
- Q_o = Caudal máximo de la cuenca con estación en el punto de estudio
- A_x = Área de la cuenca sin estación en el punto de estudio
- P_x = Precipitación media de la cuenca sin estación en el punto de estudio
- Q_x = Caudal máximo de la cuenca sin estación en el punto de estudio.

Los caudales máximos generados en las cuencas Granobles AJ Guachalá y en la subcuenca río San José se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 37.

Caudales generados mediante distribuciones de probabilidad y transposición de caudales

Caudal max m³/s		
Cuenca	TR 10	TR 25
Granobles AJ Guachalá	268,770	366,757
San José	131,483	179,418

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Método Soil Conservation Service (SCS)

Es un método empírico desarrollado por los hidrólogos del Soil Conservation Service. El método fue desarrollado para estimar avenidas máximas a partir de las tormentas de lluvias en las cuencas sin aforos con áreas de hasta 2600 km². Éste es ampliamente utilizado por su simplicidad al momento de determinar sus parámetros a partir de datos edafológicos y de vegetación (Gutiérrez 2014).

Con la ayuda del estudio de lluvias intensas 2015 realizado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, se ha estimado la precipitación máxima en mm (milímetros) en función del Idtr de cada zona de intensidad y el tiempo de concentración de la cuenca del río San José para diferentes periodos de retorno, 10 años y 25 años. Todo este cálculo se ha desarrollado dividiendo a la cuenca en sus zonas de intensidad máxima en concordancia con el estudio del INAMHI. Este gráfico se lo puede apreciar en el Anexo mapas como “Mapa de zonificación de intensidades” de la cuenca del río San José.

Las ecuaciones para determinar el caudal máximo mediante el método SCS es la siguiente:

$$Q = \left(\frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \right)$$

$$s = 25,4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dónde:

- Q= Caudal máximo en mm
- P= precipitación máxima para un tiempo de concentración en mm
- S= Retención máxima en mm
- CN=número de curva

El mapa de uso de suelos para la determinación ponderada del valor de número de curva se lo puede apreciar en el anexo mapas como: “Mapa de uso de suelos cuenca San José”

Tabla 38.
Precipitaciones máximas TR10, TR25

Zona	Area	Idtr 10	Idtr 25	I mm/h TR10	I mm/h TR25	P TR 10 (mm)	P TR 25(mm)
8	21.129	2.6	3.0	18.390	21.219	51.9	59.8
42	66.165	2.8	3.25	20.488	24.199	58.8	68.2
24	126.754	3	3.5	18.818	21.954	53.1	61.9

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 39.

Resumen caudales máximos estimados por el método SCS.

CN	S (mm)	Q (mm)	Q (m ³ /s)
74.7	85.99	11.40	240.31
74.7	85.99	16.30	343.67

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Debido a que se calcula en base al promedio de precipitación de la cuenca esta metodología no toma en cuenta la variación temporal de la intensidad de lluvia. Arrojando así valores relativamente altos; sin embargo, es muy útil para comparar resultados con otros métodos de estimación de máximas avenidas (Gutiérrez, Góngora, Melo, Vaca, 2008).

Resumen de caudales máximos

Los caudales máximos calculados por los diferentes métodos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 40.

Resumen de caudales por diferentes métodos

Periodo de retorno	Caudales en m ³ /s por diferentes métodos						
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Gumbel	Pearson	Log Pearson	SCS
Tr 10	129.991	107.991	131.483	111.054	126.288	100.749	240.31
TR 25	160.410	190.997	179.418	272.757	194.182	359.723	343.67

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Análisis hidráulico del río San José

El análisis hidráulico se lo realizó con la ayuda del software HEC-RAS, este sirve para realizar modelamiento hidráulico de cauces naturales o artificiales que presenten características como:

- Secciones mojadas variables a lo largo del cauce y cualquier geometría.

- Diferentes tipos de rugosidad para ciertas partes del perfil mojado y distintas profundidades del agua y variable a lo largo del curso.
- Caudal variable a lo largo del curso (Gutiérrez, Góngora, Melo, Vaca, 2008, p. 29).

En este contexto el programa es ideal para determinar valores de niveles mínimos, máximos, pendientes, velocidades, área y número de Froude para los diferentes perfiles que se tenga en el modelo. Esto permitirá definir las alturas y cotas de inundación y plasmarlas en un plano cartográfico. Todo esto debido a que el río San José es un cauce natural y presenta características geométricas variables a lo largo del curso.

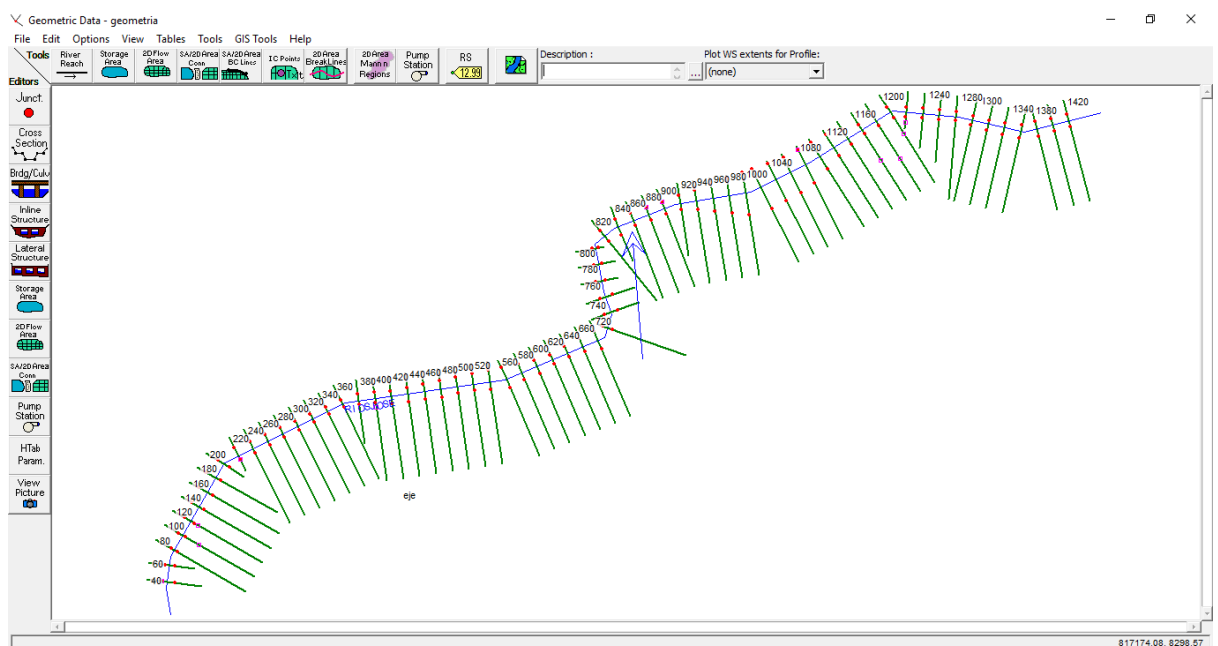


Figura 35. Ubicación geográfica de los perfiles transversales.
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Se ha abscisado el eje del río en 70 secciones transversales teniendo a la abscisa 0+020 como la sección 1 aguas abajo del río y a la abscisa 1+440 como la sección 70 aguas arriba del río. Estas secciones se las puede observar en el anexo hidrológico como

secciones transversales del río san José. Los valores del número de rugosidad de Manning para este tipo de modelamiento en zonas de cordillera se recomiendan 0.030 a 0.040. En este estudio se ha adoptado un valor de 0.035, la pendiente del río es de 0.0154 m/m. por otro lado, los caudales asignados en el programa fueron los correspondientes a la función de Gumbel valores extremos tipo 1 que se los puede apreciar en la tabla número 39. Con estas condiciones el programa ha arrojado valores de niveles máximos con los que se ha definido cotas de inundación para cada sección, para dos periodos de retorno. Entonces, estos valores se los puede apreciar en la tabla siguiente.

Tabla 41.
Valores de cotas máximas de inundación para distintas abscisas

Sección	Abscisa	TR (Periodo de retorno)	Q Total (m ³ /s)	Max elevación (m)
70	1420	TR 10	131.48	2804.18
	1420	TR 25	179.42	2804.47
69	1400	TR 10	131.48	2803.16
	1400	TR 25	179.42	2803.45
68	1380	TR 10	131.48	2803.57
	1380	TR 25	179.42	2803.93
67	1360	TR 10	131.48	2802.66
	1360	TR 25	179.42	2802.92
66	1340	TR 10	131.48	2802.78
	1340	TR 25	179.42	2803.05
65	1320	TR 10	131.48	2802.32
	1320	TR 25	179.42	2802.76
64	1300	TR 10	131.48	2801.77
	1300	TR 25	179.42	2801.98
63	1280	TR 10	131.48	2801.79
	1280	TR 25	179.42	2801.99
62	1260	TR 10	131.48	2801.55
	1260	TR 25	179.42	2801.9
61	1240	TR 10	131.48	2801.5
	1240	TR 25	179.42	2801.73
60	1220	TR 10	131.48	2800.92
	1220	TR 25	179.42	2801.26
59	1200	TR 10	131.48	2800.56
	1200	TR 25	179.42	2800.79

Sección	Abscisa	TR (Periodo de retorno)	Q Total (m3/s)	Max elevación (m)
58	1180	TR 10	131.48	2800.67
	1180	TR 25	179.42	2800.79
57	1160	TR 10	131.48	2800.11
	1160	TR 25	179.42	2800.42
56	1140	TR 10	131.48	2799.59
	1140	TR 25	179.42	2799.86
55	1120	TR 10	131.48	2799.32
	1120	TR 25	179.42	2799.52
54	1100	TR 10	131.48	2798.82
	1100	TR 25	179.42	2798.99
53	1080	TR 10	131.48	2798.54
	1080	TR 25	179.42	2798.67
52	1060	TR 10	131.48	2796.97
	1060	TR 25	179.42	2797.24
51	1040	TR 10	131.48	2796.48
	1040	TR 25	179.42	2796.63
50	1020	TR 10	131.48	2796.91
	1020	TR 25	179.42	2797.36
49	1000	TR 10	131.48	2796.86
	1000	TR 25	179.42	2797.29
48	980	TR 10	131.48	2796.31
	980	TR 25	179.42	2796.54
47	960	TR 10	131.48	2796.01
	960	TR 25	179.42	2796.37
46	940	TR 10	131.48	2795.67
	940	TR 25	179.42	2795.8
45	920	TR 10	131.48	2795.85
	920	TR 25	179.42	2796.07
44	900	TR 10	131.48	2795.53
	900	TR 25	179.42	2795.77
43	880	TR 10	131.48	2795.46
	880	TR 25	179.42	2795.85
42	860	TR 10	131.48	2795.5
	860	TR 25	179.42	2795.87
41	840	TR 10	131.48	2795.31
	840	TR 25	179.42	2795.71
40	820	TR 10	131.48	2795.41
	820	TR 25	179.42	2795.8
39	800	TR 10	131.48	2794.83
	800	TR 25	179.42	2795.08
38	780	TR 10	131.48	2793.91
	780	TR 25	179.42	2794.06
37	760	TR 10	131.48	2793.3
	760	TR 25	179.42	2793.46
36	740	TR 10	131.48	2793.69
	740	TR 25	179.42	2794.05

Sección	Abscisa	TR (Periodo de retorno)	Q Total (m3/s)	Max elevación (m)
35	720	TR 10	131.48	2793.68
	720	TR 25	179.42	2794.04
34	700	TR 10	131.48	2793.43
	700	TR 25	179.42	2793.8
33	680	TR 10	131.48	2793.28
	680	TR 25	179.42	2793.64
32	660	TR 10	131.48	2792.88
	660	TR 25	179.42	2793.16
31	640	TR 10	131.48	2791.36
	640	TR 25	179.42	2791.58
30	620	TR 10	131.48	2790.77
	620	TR 25	179.42	2790.93
29	600	TR 10	131.48	2790.28
	600	TR 25	179.42	2790.44
28	580	TR 10	131.48	2789.66
	580	TR 25	179.42	2789.84
27	560	TR 10	131.48	2789.36
	560	TR 25	179.42	2789.61
26	540	TR 10	131.48	2788.87
	540	TR 25	179.42	2789.09
25	520	TR 10	131.48	2789.19
	520	TR 25	179.42	2789.53
24	500	TR 10	131.48	2789.14
	500	TR 25	179.42	2789.49
23	480	TR 10	131.48	2789.14
	480	TR 25	179.42	2789.48
22	460	TR 10	131.48	2788.87
	460	TR 25	179.42	2789.18
21	440	TR 10	131.48	2788.86
	440	TR 25	179.42	2789.25
20	420	TR 10	131.48	2788.84
	420	TR 25	179.42	2789.24
19	400	TR 10	131.48	2788.34
	400	TR 25	179.42	2788.61
18	380	TR 10	131.48	2788.12
	380	TR 25	179.42	2788.24
17	360	TR 10	131.48	2786.36
	360	TR 25	179.42	2786.6
16	340	TR 10	131.48	2786.36
	340	TR 25	179.42	2786.59
15	320	TR 10	131.48	2786.24
	320	TR 25	179.42	2786.42
14	300	TR 10	131.48	2785.74
	300	TR 25	179.42	2785.94
13	280	TR 10	131.48	2785.41
	280	TR 25	179.42	2785.64

Sección	Abscisa	TR (Periodo de retorno)	Q Total (m3/s)	Max elevación (m)
12	260	TR 10	131.48	2784.58
	260	TR 25	179.42	2784.82
11	240	TR 10	131.48	2785.31
	240	TR 25	179.42	2785.59
10	220	TR 10	131.48	2784.95
	220	TR 25	179.42	2785.17
9	200	TR 10	131.48	2784.4
	200	TR 25	179.42	2784.58
8	180	TR 10	131.48	2784.69
	180	TR 25	179.42	2784.98
7	160	TR 10	131.48	2784.6
	160	TR 25	179.42	2784.85
6	140	TR 10	131.48	2784.23
	140	TR 25	179.42	2784.48
5	120	TR 10	131.48	2783.55
	120	TR 25	179.42	2783.84
4	100	TR 10	131.48	2783.65
	100	TR 25	179.42	2783.39
3	80	TR 10	131.48	2783.66
	80	TR 25	179.42	2783.74
2	60	TR 10	131.48	2783.68
	60	TR 25	179.42	2783.76
1	40	TR 10	131.48	2783.6
	40	TR 25	179.42	2783.6

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Mapa de inundaciones

Una vez que se determina la cota de inundación de cada sección transversal del río se procede a la realización del mapa mediante la aplicación ArcMap del Software ArcGIS, para esto en primera instancia nos hemos ayudado del Software Lamina que permite transformar exportaciones del software HEC-RAS con extensiones .sdf a extensiones .dxf formato de extensión que puede ser leído con la ayuda del software Civil-Cad 3D. Por lo mencionado anteriormente se ha procedido a exportar la superficie de inundación del agua desde el HEC-RAS al Civil-Cad 3D y de este punto a la aplicación Arc Map que es una de las aplicaciones idóneas para poder presentar

este tipo de trabajos en forma de mapa, la escala en la que se presenta en el Anexo mapas se encuentra a 1:2000 y está como “Mapa de inundaciones del río San José en el Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora”.

A continuación, se puede ver un boceto gráfico del mapa.

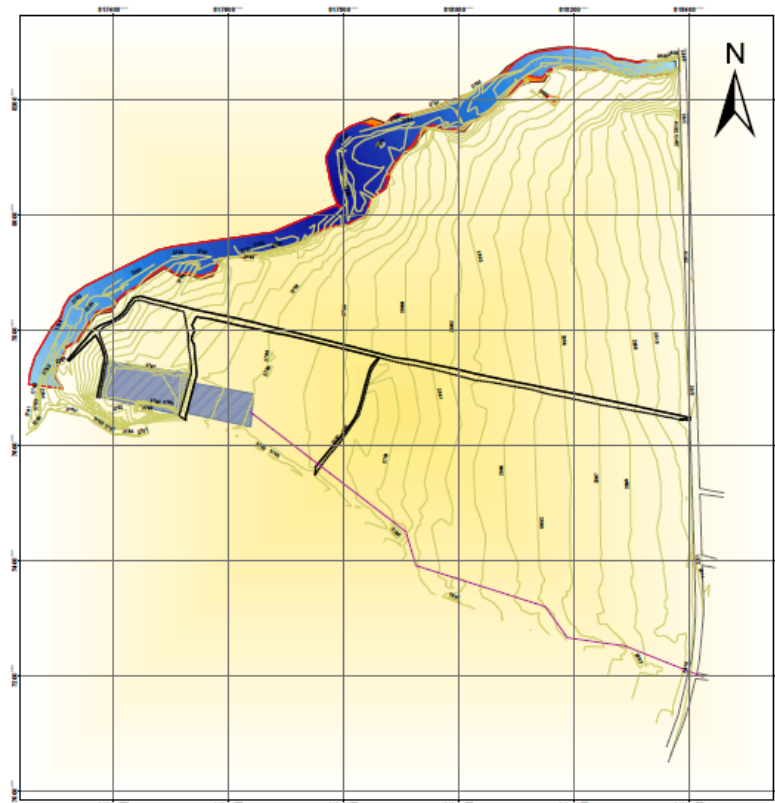


Figura 36. Mapa de inundaciones del río San José del complejo integrador agroecológico San José de Ayora
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

CAPÍTULO IV

DISEÑOS

4.1 Planteamiento de alternativas para la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.

Por solicitud de las autoridades y de la comunidad del sector, se plantea la Eco Ruta, lo más cercana posible al borde del terreno, pero realizando el estudio de inundaciones se determinó varios sitios que están proclives a inundarse, de esta manera se evitó trazar la ciclovía por aquellos espacios y se optó por realizar un solo diseño.

4.2 Diseño preliminar de la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.

En el país no existe una normativa propia para el diseño de Eco rutas de Caminata y Bicicleta, por lo cual los autores optaron fundamentar el diseño en el Manual de Diseño para el tráfico de Bicicletas y en el Manual para carreteras de Chile 2017. El Manual de diseño para el tráfico de Bicicletas es de origen holandés, pero fue traducido a varios idiomas, entre ellos el español. En este manual de diseño se describen todos los pasos necesarios para crear una infraestructura cicloamistosa, desde la propuesta formal de nuevas políticas para promover el uso de la bicicleta, hasta la construcción tangible de una infraestructura cicloinclusiva. (CROW, H, 2011). El diseño se lo realizará con apoyo del software AUTOCAD CIVIL 3D versión 2018.

Tabla 42.

Criterios adoptados para el diseño de la Eco Ruta

Velocidad de diseño	30 km/h
Radio de giro mínimo	20 m
Pendiente máxima	4 %
Pendiente mínima	0,5 %
Tangente intermedia mínima	50 m
Distancia de visibilidad de parada	42 m
Sección transversal	3,00 m

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.2.1 Diseño y dibujo del proyecto horizontal y vertical

Una vez que se ha tomado en cuenta todos los criterios descritos anteriormente se obtuvo el diseño preliminar de la Eco ruta de Caminata y Bicicleta Río San José, el cual se indica en la sección de planos. Para la elaboración de este plano se utilizó en el proyecto horizontal la escala 1:2000 y en el proyecto vertical las escalas horizontales: 1:1000 y vertical 1:100, indicándose además los datos de las curvas horizontales, datos de las referencias, datos de drenaje, las abscisas con su respectiva cota de terreno, proyecto, etc.

4.2.2 Diseño geométrico horizontal

Se define un trazado horizontal adecuado para las características de operación de los ciclistas y peatones, de esta manera lograr un sistema íntegro de beneficios, satisfacción y seguridad para los usuarios.

Para este diseño se verificó los siguientes puntos:

- Curvas horizontales
- Tangente intermedia
- Distancia de visibilidad de parada

Tabla 43.

Resumen de curvas horizontales existentes en la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José.

Pi #	P.K. de PC	P.K. de PT	P.K. de PI	Radio (m)	Áng. De deflexión (g)	Longitud (m)	Tangente. intermedia
1	0+582.70 m	0+600.40 m	0+591.56 m	145.00	173.00	17.69m	582.70 m
2	0+660.89 m	0+725.83 m	0+750.56 m	25.00	31.15	64.94m	60.49 m
3	0+779.34 m	0+805.40 m	0+794.14 m	22.00	112.13	26.05m	53.51 m
4	0+870.32 m	0+891.28 m	0+881.88 m	20.00	119.95	20.95m	64.92 m
5	0+941.84 m	0+981.71 m	0+969.92 m	22.00	76.15	39.87m	50.56 m
6	0+981.71 m	1+036.89 m	1+012.92 m	47.34	113.24	55.17m	0
7	1+149.86 m	1+195.11 m	1+173.76 m	56.84	134.39	45.24m	112.97 m
8	1+268.22 m	1+290.30 m	1+279.49 m	44.14	151.33	22.08m	73.11 m
9	1+340.43 m	1+377.30 m	1+358.90 m	238.50	171.14	36.87m	50.13 m
10	1+448.51 m	1+491.19 m	1+469.86 m	527.07	175.36	42.68m	71.21 m
11	1+602.06 m	1+637.82 m	1+620.13 m	100.00	159.50	35.76m	110.87 m
12	1+699.35 m	1+723.74 m	1+711.58 m	126.92	168.98	24.39m	61.52 m
13	1+816.57 m	1+864.34 m	1+840.92 m	100.00	152.62	47.77m	92.82 m
14	1+916.20 m	1+981.79 m	1+960.64 m	37.96	81.00	65.58m	51.86 m
15	2+064.48 m	2+106.98 m	2+086.06 m	100.00	155.67	42.50m	82.69 m
16	2+192.91 m	2+226.21 m	2+210.00 m	60.00	148.19	33.30m	85.93 m
17	2+283.75 m	2+302.35 m	2+293.13 m	60.00	162.24	18.59m	57.54 m
18	2+401.92 m	2+414.20 m	2+408.06 m	138.81	174.93	12.27m	99.57 m
19	2+543.45 m	2+577.10 m	2+560.96 m	49.45	141.00	33.65m	129.25 m
20	2+717.51 m	2+765.58 m	2+744.01 m	45.95	120.06	48.06m	140.41 m
21	2+814.25 m	2+846.30 m	2+830.94 m	46.42	140.44	32.04m	48.67 m
22	2+904.55 m	2+920.46 m	2+912.51 m	200.00	175.44	15.90m	58.26 m
23	2+990.05 m	3+062.17 m	3+027.95 m	95.06	136.53	72.11m	69.59 m
24	3+122.56 m	3+254.26 m	3+201.25 m	95.66	101.11	131.70m	60.39 m

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.2.3 Diseño geométrico vertical

Se define un trazado vertical adecuado para las características de operación de los ciclistas y peatones, de esta manera lograr un sistema íntegro de beneficios, satisfacción y seguridad para los usuarios.

Tabla 44.

Resumen de curvas verticales existentes en la Eco Ruta de caminata y bicicleta Río San José

N.º	P.K. de PIV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2812.00		-0.60%				
2	0+125.02	2811.24	-0.60%	-1.67%	1.07%	Convexo	46.674	50.000m
3	0+240.00	2809.32	-1.67%	0.51%	2.18%	Cóncavo	22.924	50.000m
4	0+500.00	2810.64	0.51%	-1.16%	1.67%	Convexo	29.991	50.000m
5	0+691.95	2808.42	-1.16%	-1.49%	0.33%	Convexo	195.601	64.97m
6	1+514.35	2796.16	-1.49%	-0.91%	0.58%	Cóncavo	79.946	46.19m
7	1+630.10	2795.10	-0.91%	-1.64%	0.73%	Convexo	68.42	50.00m
8	1+790.57	2792.47	-1.64%	-3.89%	2.25%	Convexo	22.269	50.00m
9	1+948.89	2786.31	-3.89%	0.79%	4.67%	Cóncavo	13.979	65.33m
10	2+251.72	2788.69	0.79%	3.32%	2.53%	Cóncavo	19.75	50.00m
11	2+415.55	2794.12	3.32%	0.73%	2.59%	Convexo	19.331	50.00m
12	2+683.06	2796.07	0.73%	3.05%	2.32%	Cóncavo	21.557	50.00m
13	2+871.41	2801.82	3.05%	0.50%	2.55%	Convexo	19.62	50.00m
14	3+042.02	2802.67	0.50%	3.99%	3.49%	Cóncavo	11.542	40.30m
15	3+227.20	2810.07	3.99%	1.07%	2.92%	Convexo	17.112	50.00m
16	3+440.00	2812.35	1.07%	-0.60%	1.67%	Convexo	18.482	30.82m
	3+498.81	2812.00	-0.60%					

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.2.3.1 Sección transversal

La sección transversal tiene tres componentes principales, la calzada, las cunetas y los taludes de corte y relleno.

Calzada. Como se ha descrito tiene un ancho de 3,00 metros con bombeo a los dos lados a partir del eje de 4%, este bombeo es recomendable para superficies de rodadura en tierra o empedrados.

Cunetas. Dimensiones de la cuneta expresadas en centímetros son las siguientes:

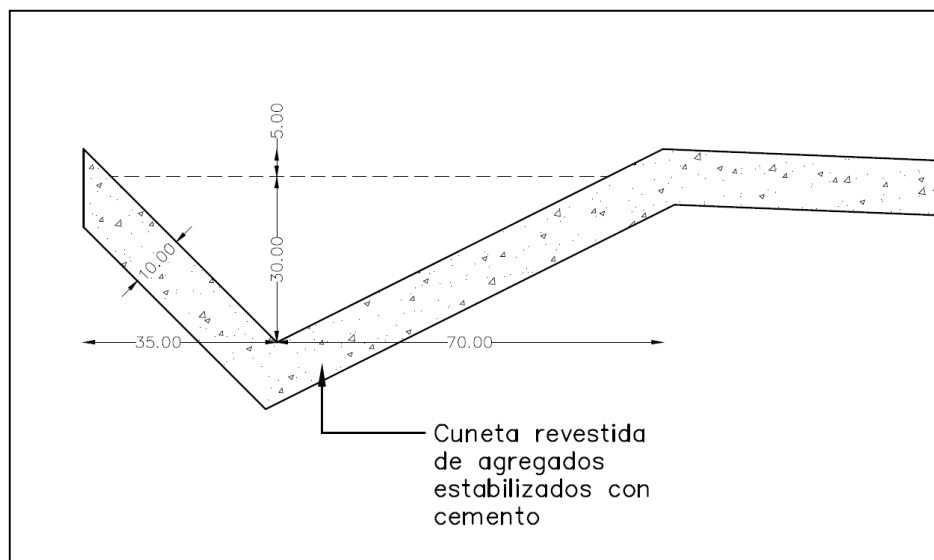


Figura 37. Dimensiones de la cuneta de la Eco Ruta

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Taludes de corte y relleno.

Corte. 2 vertical, 1 horizontal

Relleno. 1 vertical, 1 Horizontal.

Los taludes tendrán una altura máxima de 5 metros, sin la inclusión de banqueteta, en caso de existir taludes con altura mayor a 5 metros, se incluirá banquetas y cunetas de coronación.

Las secciones transversales se adjuntan en los planos ubicados en el capítulo correspondiente.

8.1.1.1.1. Movimiento de tierras

Fue realizado el modelo y cálculo de áreas y volúmenes de corte y relleno en el programa CivilCad 3d versión 2018. Del cual se obtuvo el reporte del diagrama de masas siguiente:

Tabla 45.

Movimiento de tierras Eco Ruta Río San José

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
0	0	0	5.02	0	0	0	0
20	0	0	5.45	94.29	0	94.29	-94.29
40	0	0	5.68	100.17	0	194.46	-194.46
60	0	0	4.38	90.52	0	284.98	-284.98
80	0	0	3.16	67.91	0	352.89	-352.89
100	0	0	2.83	53.98	0	406.87	-406.87
120	0	0	2.29	46.1	0	452.97	-452.97
125.024	0	0	2.02	9.75	0	462.71	-462.71
140	0	0	1.24	22	0	484.71	-484.71
160	0.31	3.69	0.08	11.89	3.69	496.61	-492.91
180	1.84	25.76	0	0.7	29.45	497.31	-467.86
200	3.52	64.36	0	0	93.81	497.31	-403.5
220	6.26	117.37	0	0	211.18	497.31	-286.13
240	7.27	162.36	0	0	373.54	497.31	-123.77
260	5.82	157.08	0	0	530.61	497.31	33.3
280	3.66	113.71	0	0	644.32	497.31	147.01
300	2.42	73	0	0	717.32	497.31	220.01
320	1.17	43.08	0	0	760.4	497.32	263.08

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
340	0.05	14.55	0.47	4.28	774.95	501.59	273.36
360	0	0.57	1.4	16.89	775.52	518.49	257.04
380	0	0	2.31	33.38	775.52	551.86	223.66
400	0	0	2.33	41.76	775.52	593.63	181.89
420	0	0	2.68	45.18	775.52	638.8	136.72
440	0	0	3.7	57.5	775.52	696.3	79.22
460	0	0	4.77	76.27	775.52	772.58	2.94
480	0	0	5.86	95.64	775.52	868.22	-92.69
500	0	0	6.27	109.11	775.52	977.33	-201.81
520	0	0	5.69	107.64	775.52	1084.97	-309.45
540	0	0	3.9	86.3	775.52	1171.27	-395.75
560	0	0	2.19	54.82	775.52	1226.09	-450.57
580	0	0.01	1.11	29.73	775.53	1255.82	-480.29
582.701	0	0.01	0.89	2.43	775.55	1258.25	-482.71
590	0.05	0.25	0.36	4.11	775.79	1262.36	-486.57
591.549	0.06	0.1	0.28	0.45	775.89	1262.82	-486.92
600	0.07	0.66	0.27	2.09	776.55	1264.91	-488.36
600.397	0.07	0.03	0.27	0.1	776.58	1265	-488.42
610	0.04	0.63	0.39	2.85	777.22	1267.85	-490.64
620	0.08	0.72	0.18	2.57	777.94	1270.42	-492.48
630	0.14	1.32	0.12	1.34	779.26	1271.77	-492.51
640	0.07	1.27	0.22	1.49	780.53	1273.26	-492.73
650	0.39	2.77	0.05	1.17	783.3	1274.43	-491.13
660	0.75	6.87	0	0.22	790.16	1274.65	-484.49
660.886	0.79	0.82	0	0	790.98	1274.66	-483.68
670	1.1	10.32	0	0	801.3	1274.67	-473.36
680	1.09	13.28	0.02	0.08	814.58	1274.75	-460.16
690	0.98	12.78	0.06	0.33	827.37	1275.07	-447.7
693.358	1.5	5.16	0.01	0.1	832.52	1275.17	-442.64
700	0.18	6.89	0.1	0.32	839.42	1275.48	-436.07
710	0.1	1.77	0.24	1.48	841.18	1276.97	-435.78
720	0.08	1.15	0.27	2.22	842.33	1279.19	-436.86
725.831	0.88	3.41	0	0.69	845.74	1279.87	-434.14
740	0.39	10.8	0.2	1.26	856.53	1281.13	-424.6
750	1.38	10.6	0	0.9	867.14	1282.03	-414.9
760	1.86	19.42	0	0.02	886.56	1282.06	-395.49
770	2.25	24.63	0	0	911.19	1282.06	-370.87
779.339	3.29	31.02	0	0	942.21	1282.07	-339.86
780	3.33	2.64	0	0	944.85	1282.07	-337.22
792.368	3.51	50.95	0	0	995.8	1282.07	-286.27

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
800	3.59	32.57	0	0	1028.37	1282.07	-253.7
805.397	3.59	23.24	0	0	1051.61	1282.07	-230.46
820	3.31	60.43	0	0	1112.05	1282.07	-170.02
840	2.85	73.87	0	0	1185.92	1282.07	-96.15
860	2.4	62.96	0	0	1248.88	1282.07	-33.19
870	2.71	30.68	0	0	1279.56	1282.07	-2.51
870.32	2.72	1.04	0	0	1280.6	1282.07	-1.47
880	2.78	31.83	0	0	1312.44	1282.07	30.37
880.799	2.8	2.66	0	0	1315.1	1282.07	33.03
891.278	3.23	37.68	0	0	1352.78	1282.07	70.71
900	3.93	37.49	0	0	1390.27	1282.07	108.2
920	5.25	110.14	0	0	1500.41	1282.07	218.34
930	5.66	65.47	0	0	1565.89	1282.07	283.82
940	6.27	71.63	0	0	1637.52	1282.07	355.45
941.84	6.4	13.99	0	0	1651.51	1282.07	369.44
950	6.56	63.79	0	0	1715.3	1282.07	433.23
960	6.36	77.88	0	0	1793.18	1282.07	511.11
961.777	6.26	13.51	0	0	1806.69	1282.07	524.61
980	4.94	122.77	0	0	1929.46	1282.07	647.39
981.714	4.85	10.08	0	0	1939.54	1282.07	657.47
981.714	0	0	0	0	1939.54	1282.07	657.47
990	4.41	21.91	0	0	1961.46	1282.07	679.38
1000	3.89	49.74	0	0	2011.19	1282.07	729.12
1009.304	2.32	34.51	0	0	2045.71	1282.07	763.63
1020	1.32	23.18	0	0	2068.89	1282.07	786.82
1036.893	0.77	21.11	0	0.04	2090	1282.11	807.89
1040	0.7	2.76	0	0.02	2092.76	1282.13	810.63
1060	1.2	22.86	0	0.07	2115.62	1282.2	833.42
1080	2.47	44.11	0	0	2159.72	1282.2	877.53
1100	2.24	56.61	0	0	2216.33	1282.2	934.14
1120	1.93	50.13	0	0	2266.46	1282.2	984.27
1130	1.71	21.88	0	0	2288.35	1282.21	1006.14
1140	1.87	21.52	0	0	2309.86	1282.21	1027.65
1149.864	2.57	26.28	0	0	2336.14	1282.21	1053.93
1150	2.57	0.42	0	0	2336.56	1282.21	1054.34
1160	2.71	31.58	0	0	2368.13	1282.21	1085.92
1170	3.11	34.8	0	0	2402.93	1282.21	1120.72
1172.488	3.12	9.27	0	0	2412.2	1282.21	1129.99
1180	3.43	29.46	0	0	2441.66	1282.21	1159.45
1190	4.2	45.71	0	0	2487.37	1282.21	1205.16

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
1195.111	4.52	26.69	0	0	2514.07	1282.21	1231.85
1200	4.56	26.63	0	0	2540.7	1282.21	1258.48
1220	4.33	106.68	0	0	2647.38	1282.21	1365.17
1240	3.78	97.24	0	0	2744.62	1282.21	1462.41
1250	4	46.66	0	0	2791.28	1282.21	1509.07
1260	3.98	47.85	0	0	2839.13	1282.21	1556.92
1268.217	3.03	34.55	0	0	2873.69	1282.21	1591.47
1270	2.85	6.34	0	0	2880.03	1282.21	1597.81
1279.258	0	15.97	2.6	10.67	2896	1292.88	1603.11
1280	0	0	3.33	1.98	2896	1294.86	1601.13
1290.299	0	0	1.93	24.09	2896	1318.95	1577.04
1300	0.02	0.13	0.8	11.92	2896.12	1330.88	1565.25
1320	0.1	1.48	0.19	8.91	2897.6	1339.79	1557.82
1330	0.21	1.89	0.09	1.28	2899.49	1341.07	1558.42
1340	0.56	4.65	0.04	0.58	2904.14	1341.65	1562.49
1340.429	0.58	0.29	0.03	0.01	2904.44	1341.67	1562.77
1358.865	0.82	15.54	0	0.29	2919.97	1341.96	1578.01
1360	0.82	1.12	0	0	2921.1	1341.96	1579.13
1370	0.82	9.9	0	0	2930.99	1341.97	1589.02
1377.3	0.61	6.27	0.01	0.05	2937.27	1342.02	1595.25
1380	0.54	1.86	0.02	0.04	2939.12	1342.06	1597.06
*1400	0.1	7.61	0.17	1.71	2946.74	1343.77	1602.96
1410	0.11	1.24	0.14	1.4	2947.97	1345.18	1602.8
1420	0.39	3.01	0.05	0.86	2950.98	1346.03	1604.95
1440	0.65	12.49	0.05	0.83	2963.47	1346.87	1616.61
1460	0.27	10.98	0.58	5.68	2974.45	1352.55	1621.9
1469.849	0	1.57	4.95	24.58	2976.02	1377.12	1598.89
1480	0.23	1.4	1.08	27.6	2977.42	1404.72	1572.7
1491.191	0.6	5.56	0.35	7.22	2982.98	1411.94	1571.03
1500	0.59	6.29	0.18	2.11	2989.27	1414.05	1575.22
1520	1.73	27.88	0	1.62	3017.14	1415.67	1601.48
1540	1.73	41.57	0	0	3058.72	1415.67	1643.05
1560	3.14	58.46	0	0	3117.17	1415.67	1701.51
1580	4.38	90.28	0	0	3207.45	1415.67	1791.79
1600	4.63	108.12	0	0	3315.57	1415.67	1899.91
1602.058	4.6	11.39	0	0	3326.97	1415.67	1911.3
1610	4.55	43.69	0	0	3370.65	1415.67	1954.99
1619.94	5.72	61.31	0	0	3431.96	1415.67	2016.29
1620	5.72	0.41	0	0	3432.37	1415.67	2016.71
1630	5.23	65.64	0	0	3498.02	1415.67	2082.35

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
1637.822	4.98	47.85	0	0	3545.87	1415.67	2130.21
1640	4.93	12.95	0	0	3558.83	1415.67	2143.16
1660	4.7	115.63	0	0	3674.45	1415.67	2258.79
1670	4.63	56.01	0	0	3730.46	1415.67	2314.79
1680	4.56	55.14	0	0	3785.6	1415.67	2369.94
1690	4.27	52.96	0	0	3838.56	1415.67	2422.9
1699.345	3.77	45.08	0	0	3883.64	1415.67	2467.97
1700	3.74	2.95	0	0	3886.59	1415.67	2470.92
1710	3	40.48	0	0	3927.07	1415.67	2511.4
1711.544	2.85	5.43	0	0	3932.5	1415.67	2516.83
1720	2.46	26.98	0	0	3959.48	1415.67	2543.81
1723.743	1.92	9.86	0.03	0.05	3969.34	1415.72	2553.62
1740	0.7	25.56	9.62	70.63	3994.9	1486.35	2508.55
1760	0.14	10.09	6.19	142.27	4004.99	1628.62	2376.37
1780	0	1.67	32.01	343.79	4006.66	1972.41	2034.25
1800	0	0	9.16	370.55	4006.66	2342.96	1663.7
1810	0	0	2.08	50.6	4006.66	2393.56	1613.1
1816.568	4.8	18.92	0	6.16	4025.58	2399.72	1625.86
1820	6.62	23.55	0	0	4049.12	2399.72	1649.4
1830	8.1	88.36	0	0	4137.49	2399.72	1737.77
1840	10.03	108.87	0	0	4246.36	2399.72	1846.64
1840.455	10.03	5.47	0	0	4251.84	2399.72	1852.12
1860	6.17	189.25	0.44	3.98	4441.09	2403.7	2037.38
1864.342	4.93	28.6	0	0.89	4469.68	2404.59	2065.1
1880	0.79	53.72	3.69	25.99	4523.41	2430.58	2092.83
1900	0	9.51	30.49	307.63	4532.92	2738.21	1794.71
1910	0	0	35.45	296.76	4532.92	3034.97	1497.96
1916.201	0	0	34.15	194.23	4532.93	3229.19	1303.73
1920	0	0	29.03	110.53	4532.93	3339.72	1193.21
1930	0	0	18.25	215.37	4532.93	3555.09	977.84
1940	0	0	18.51	165.28	4532.93	3720.37	812.56
1948.995	0	0	19.1	152.21	4532.93	3872.58	660.35
1950	0	0	18.89	17.18	4532.93	3889.76	643.17
1960	0	0	18.14	166.54	4532.93	4056.3	476.63
1970	0	0	18.21	163.53	4532.93	4219.83	313.1
1980	0	0	19.03	167.35	4532.93	4387.18	145.74
1981.788	0	0	20.43	31.68	4532.93	4418.86	114.06
1990	0.01	0.05	20.47	151.15	4532.98	4570.01	-37.03
2000	0	0.06	15.55	162.08	4533.04	4732.09	-199.05
2010	0.03	0.17	11.53	121.84	4533.21	4853.93	-320.72

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
2020	0	0.17	10.27	98.08	4533.37	4952.01	-418.64
2030	0	0	8.9	86.24	4533.38	5038.25	-504.87
2040	0	0	7.95	75.78	4533.39	5114.03	-580.64
2050	0.06	0.38	6.1	63.22	4533.77	5177.25	-643.48
2060	0	0.38	8.18	64.26	4534.15	5241.51	-707.36
2064.48	0	0	8.79	34.2	4534.15	5275.71	-741.56
2070	0	0	7.53	40.73	4534.15	5316.44	-782.3
2080	0	0	10.61	81.98	4534.15	5398.42	-864.27
2085.732	0	0	11.07	56.12	4534.15	5454.54	-920.39
2090	0	0	11.93	44.31	4534.15	5498.85	-964.7
2100	0	0	14.22	118.01	4534.15	5616.86	-1082.71
2106.984	0	0	15.21	92.76	4534.15	5709.62	-1175.47
2110	0	0	15.58	41.8	4534.15	5751.42	-1217.27
2120	0	0	15.4	139.43	4534.15	5890.85	-1356.7
2130	0	0	11.42	120.67	4534.15	6011.52	-1477.38
2140	0	0	6.8	81.98	4534.15	6093.51	-1559.36
2150	0.02	0.12	3.4	45.9	4534.27	6139.41	-1605.14
2160	0.03	0.32	2.32	25.71	4534.58	6165.12	-1630.53
2180	0.02	0.63	1.53	34.6	4535.21	6199.71	-1664.5
2190	0.02	0.23	1.32	12.82	4535.44	6212.54	-1677.09
2192.912	0	0.03	1.77	4.06	4535.48	6216.59	-1681.12
2200	0	0	2.06	12.38	4535.48	6228.97	-1693.49
2209.563	0.01	0.05	1.37	14.97	4535.53	6243.94	-1708.41
2210	0.01	0	1.35	0.54	4535.54	6244.48	-1708.94
2220	0.2	1.25	0.24	7.3	4536.78	6251.78	-1714.99
2226.214	1.27	5.43	0	0.71	4542.21	6252.49	-1710.28
2240	7.74	74.55	0	0.02	4616.76	6252.51	-1635.75
2250	8.82	99.39	0	0	4716.15	6252.51	-1536.36
2260	1.25	60.39	0	0.04	4776.54	6252.55	-1476.02
2280	0.85	25.18	0.04	0.42	4801.72	6252.97	-1451.25
2283.751	0.77	3.64	0.04	0.14	4805.36	6253.11	-1447.75
2293.051	0.1	4.92	0.45	2.01	4810.28	6255.12	-1444.84
2300	0	0.46	1.45	5.86	4810.75	6260.98	-1450.23
2302.35	0	0	1.95	3.56	4810.75	6264.54	-1453.79
2310	0	0	2.97	16.93	4810.75	6281.47	-1470.72
2320	4.61	27.67	0	13.37	4838.42	6294.84	-1456.42
2340	6.39	132.06	0	0	4970.48	6294.84	-1324.36
2360	2.4	105.51	0	0	5075.99	6294.84	-1218.85
2370	0.6	18.02	0.06	0.27	5094.01	6295.11	-1201.1
2380	1.8	14.4	0	0.27	5108.41	6295.39	-1186.98

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
2400	6.62	101.03	0	0	5209.44	6295.39	-1085.95
2408.06	5.68	59.5	0	0	5268.94	6295.39	-1026.44
2414.198	4.74	38.38	0	0	5307.32	6295.39	-988.06
2420	3.98	30.37	0	0	5337.69	6295.39	-957.7
2440	1.38	64.38	0	0	5402.07	6295.39	-893.31
2460	0.41	21.47	0.09	0.78	5423.55	6296.17	-872.62
2480	0.04	5.3	0.63	6.44	5428.85	6302.6	-873.76
2500	1.68	20.54	0	5.66	5449.39	6308.26	-858.87
2510	3.57	31.5	0	0	5480.89	6308.26	-827.38
2520	5.56	54.78	0	0	5535.66	6308.26	-772.6
2530	6.31	71.16	0	0	5606.83	6308.26	-701.44
2540	7.01	79.87	0	0	5686.69	6308.27	-621.57
2543.448	7.11	29.2	0	0	5715.9	6308.27	-592.37
2560	6.08	131.65	0	0	5847.55	6308.27	-460.72
2560.276	6.09	2.02	0	0	5849.56	6308.27	-458.7
2577.104	2.13	83.7	0	0	5933.26	6308.27	-375.01
2580	1.28	5.93	0.03	0.03	5939.19	6308.3	-369.11
2600	0	15.34	1.39	12.75	5954.53	6321.05	-366.52
2620	0	0	2.25	32.81	5954.53	6353.86	-399.33
2640	0.88	10.58	0	20.35	5965.11	6374.21	-409.1
2660	1.94	33.81	0	0.06	5998.92	6374.27	-375.35
2680	3.54	65.74	0	0	6064.66	6374.27	-309.61
2690	3.2	40.44	0	0	6105.1	6374.27	-269.17
2700	3.09	37.74	0	0	6142.84	6374.27	-231.43
2710	1.86	29.74	0	0.02	6172.59	6374.29	-201.71
2717.512	0.68	11.48	0.22	0.75	6184.07	6375.05	-190.98
2720	0.42	1.6	0.37	0.69	6185.66	6375.74	-190.07
2730	0	2.42	5.68	27.81	6188.08	6403.55	-215.47
2740	0	0	8.67	65.68	6188.08	6469.23	-281.14
2741.545	0	0	8.7	12.27	6188.08	6481.49	-293.41
2760	0.86	9.09	1.14	83.23	6197.18	6564.73	-367.55
2765.579	4.59	18.12	0	2.97	6215.29	6567.69	-352.4
2770	5.74	27.4	0	0	6242.69	6567.69	-325
2780	6.92	75.91	0	0	6318.6	6567.69	-249.09
2790	8.02	89.59	0	0	6408.2	6567.69	-159.5
2800	9.23	103.51	0	0	6511.7	6567.7	-55.99
2814.254	6.39	133.66	0	0	6645.36	6567.7	77.67
2820	4.05	36.16	0	0	6681.52	6567.7	113.83
2830.275	2.09	38.16	0	0	6719.68	6567.7	151.98
2840	0.05	12.58	0.6	2.57	6732.26	6570.27	161.99

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
2846.295	0	0.21	1.75	6.58	6732.47	6576.85	155.62
2850	0	0	2.33	6.8	6732.47	6583.65	148.82
2860	0	0	3.82	27.68	6732.47	6611.33	121.14
2870	0	0	3.69	33.81	6732.47	6645.14	87.33
2880	0	0	3.1	30.57	6732.47	6675.7	56.76
2900	0	0	1.41	40.6	6732.47	6716.31	16.16
2904.555	0	0	1.13	5.2	6732.47	6721.51	10.96
2910	0	0.03	0.81	4.77	6732.5	6726.27	6.23
2912.509	0.02	0.04	0.69	1.7	6732.53	6727.97	4.56
2920	0.03	0.19	0.54	4.17	6732.73	6732.14	0.59
2920.463	0.03	0.02	0.55	0.23	6732.74	6732.37	0.38
2930	0.01	0.24	0.8	5.82	6732.98	6738.19	-5.2
2940	0	0.09	1.8	11.69	6733.07	6749.88	-16.81
2950	0	0	3.73	24.87	6733.07	6774.75	-41.68
2960	0	0	6	43.79	6733.07	6818.54	-85.47
2970	0	0.04	6.91	58.1	6733.11	6876.64	-143.53
2980	0	0.04	8.3	68.47	6733.15	6945.11	-211.96
2990	0	0	7.61	71.63	6733.15	7016.74	-283.59
2990.053	0	0	7.61	0.36	6733.15	7017.1	-283.95
3000	0	0	7.15	66.16	6733.15	7083.27	-350.12
3010	0	0	6.57	61.8	6733.15	7145.06	-411.92
3020	0	0	4.85	51.42	6733.15	7196.49	-463.34
3026.112	0	0	3.47	22.9	6733.15	7219.39	-486.24
3030	0	0	2.59	10.63	6733.15	7230.01	-496.86
3040	0.02	0.11	0.69	14.84	6733.26	7244.85	-511.59
3050	0	0.16	0.88	7.11	6733.42	7251.96	-518.55
3060	0.04	0.29	0.6	6.68	6733.7	7258.64	-524.94
3062.172	0.04	0.1	0.65	1.23	6733.81	7259.88	-526.07
3080	0	0.41	1.77	19.47	6734.22	7279.34	-545.13
3090	0	0	2.29	18.3	6734.22	7297.64	-563.42
3100	0	0	3.1	24.28	6734.22	7321.93	-587.7
3110	0	0	4	31.97	6734.22	7353.9	-619.67
3120	0	0	3.48	33.65	6734.22	7387.54	-653.32
3120.144	0	0	3.46	0.45	6734.22	7387.99	-653.77
3122.558	0	0	3.15	7.17	6734.22	7395.17	-660.94
3130	0	0	2.16	17.82	6734.22	7412.99	-678.77
3140	0	0	5.78	35.81	6734.22	7448.8	-714.58
3150	0	0	5.66	51.59	6734.22	7500.39	-766.16
3160	0	0	5.35	49.64	6734.22	7550.03	-815.81
3170	0	0	3.27	38.86	6734.22	7588.89	-854.67

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
3180	2.62	15.67	0	14.74	6749.89	7603.63	-853.74
3190	9.47	72.35	0	0	6822.24	7603.63	-781.39
3200	18.13	165.29	0	0	6987.53	7603.63	-616.1
3210	26.27	266.37	0	0	7253.9	7603.63	-349.73
3220	23.27	297.52	0	0	7551.42	7603.63	-52.21
3240	16.85	481.87	0	0	8033.29	7603.63	429.65
3254.259	13.95	263.84	0	0	8297.12	7603.63	693.49
3260	12.98	92.77	0	0	8389.9	7603.63	786.27
3280	9.73	272.59	0	0	8662.49	7603.63	1058.85
3300	6.64	196.46	0	0	8858.95	7603.63	1255.32
3320	4.53	134.05	0	0	8993	7603.63	1389.37
3340	2.64	86.07	0	0	9079.07	7603.63	1475.44
3360	1.28	47.02	0	0.03	9126.1	7603.66	1522.43
3380	0.12	16.76	0.38	3.44	9142.86	7607.11	1535.75
3400	0	1.4	2.16	22.82	9144.26	7629.92	1514.34
3420	0	0	4.18	57.04	9144.26	7686.97	1457.29
3440	0	0	5	82.68	9144.26	7769.65	1374.61
3498.807	0	0	2.33	193.97	9144.26	7963.62	1180.64

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

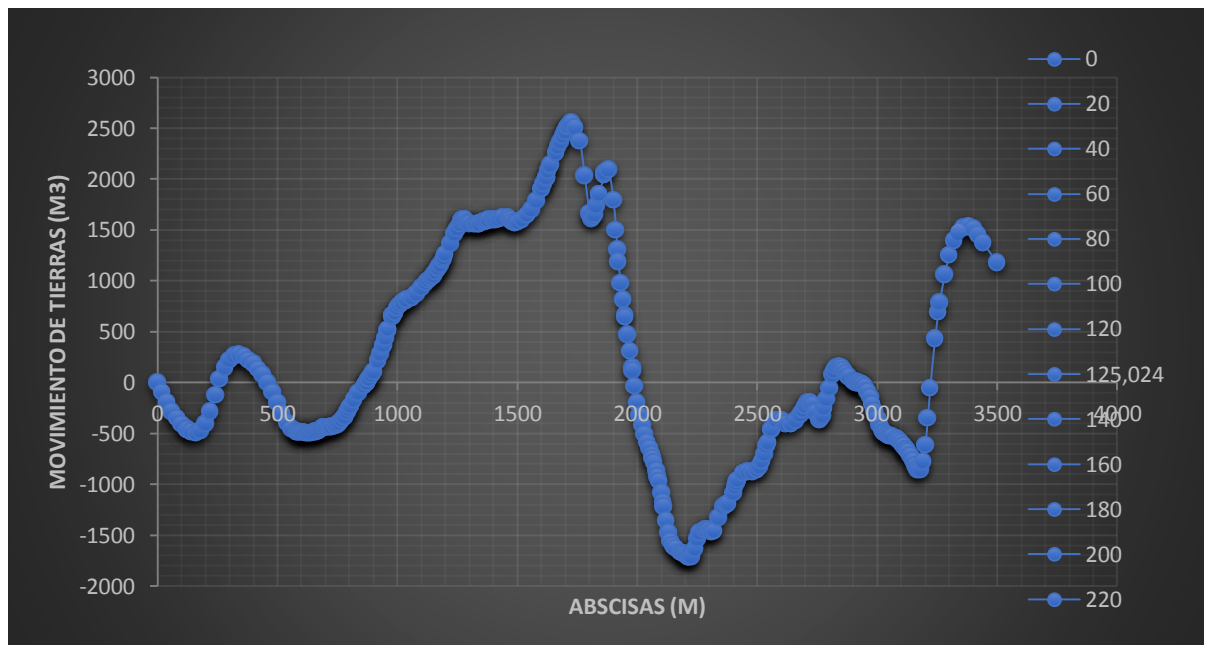


Figura 38. Diagrama de Masas de la Eco Ruta "Río San José"

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

En el diagrama de masas podemos observar que el diseño de la vía es relativamente compensado tanto en corte como en relleno, donde al final va a existir un material sobrante, el cual se va a tender a lo largo del complejo mismo, para evitar el desalojo de tierra.

4.3 Diseño a nivel de factibilidad de la “Eco ruta de caminata y bicicleta Río San José”

Una vez determinada la viabilidad para la Eco ruta de caminata y bicicleta Río San José, se procederá con el diseño definitivo de los siguientes aspectos: diseño geométrico, obras de drenaje, obras de protección de la Eco Ruta, señalización, presupuesto y plan de control y mitigación de impactos ambientales.

4.3.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico no varía a partir del presentado en la etapa preliminar, conservando completamente, el alineamiento horizontal, alineamiento vertical, secciones transversales y demás elementos del diseño geométrico.

4.3.2 Capa de rodadura

La capa de rodadura es una capa de agregados no tratados, para la cual se hará el diseño tomando ciertos criterios de los empedrados, entre los principales:

Se utiliza en caminos de tráfico promedio diario no mayor a 200 vehículos, con un componente de hasta 30% de camiones.

No existe un método de diseño científico.

Los factores que inciden en la duración de la superficie de rodadura son: Calidad de la subrasante, ejecución adecuada de la conformación de la superficie de rodadura, eficiencia del drenaje superficial, cantidad y distribución del tráfico y un adecuado plan de conservación y mantenimiento.

a. Descripción.

Esta superficie es una capa de agregados no tratados, colocada sobre la subrasante terminada, con la finalidad de proveer a la vía de una superficie estable, resistente e impermeable para circulación vehicular de baja intensidad.

Los áridos no tratados pueden ser: fragmentos de roca, grava, aglomerados, combinados con suelos de partículas finas en cantidad suficiente para ligar las partículas gruesas entre sí.

b. Materiales

Los materiales según la normativa pueden ser explotados fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma para la propia carretera, en este proyecto se cuenta con el material del Río San José, el cual provee en gran parte del material necesario para la construcción de caminos del sector.

- **Áridos gruesos**

Los áridos no necesitarán ser tratados, pero se los tamizará para separar las partículas gruesas que salgan de los límites granulométricos.

Los áridos gruesos consistirán en partículas resistentes y durables, pueden tener un límite máximo de desgaste a la abrasión de 50%.

El ensayo a la abrasión no ha sido realizado puntualmente para este proyecto, ya que el GADP de San José de Ayora, explota el material del Río San José para trabajos similares, con maquinaria y dirección técnica del Gobierno Provincial de Pichincha por lo cual se asimila que el material cumple con esta característica.

- **Áridos finos**

Consistirán en una mezcla de arena y arcilla o limo, sin material vegetal.

El índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N° 40, será como máximo de 9 y su límite líquido no mayor de 35.

La fracción que pase el tamiz N 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N 40.

En caso de que no exista el material que cumpla con estas especificaciones en estado natural, se procede a realizar ciertas mezclas que garanticen el cumplimiento de lo establecido anteriormente.

Tabla 46.
Suelo existente vs normativa.

N°	% Pas a 40	% Pas a 200	% norm a máx.		LL (%)	LL norm a Máx.		LP (%)	IP (%)	IP norm a Máx.		AASHTO
1	96	59	64	OK	25	35	Ok	22	3	9	Ok	A – 4 (0)
2	88	51	59	OK	32	35	Ok	21	11	9	X	A – 6 (3)
3	99	73	66	X	28	35	Ok	21	7	9	OK	A – 4 (4)
4	95	58	63	OK	33	35	Ok	27	6	9	OK	A – 4 (2)
5	35	12	23	OK	NP	35	Ok	NP	NP	9	OK	A – 1 - b (0)
6	85	21	57	OK	NP	35	Ok	NP	NP	9	OK	A-2-4 (0)
7	90	62	60	X	28	35	Ok	25	3	9	OK	A – 4 (0)
8	93	54	62	OK	NP	35	Ok	NP	NP	9	OK	A – 4 (0)
9	83	53	55	OK	33	35	Ok	29	4	9	OK	A – 4 (1)

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

En la tabla se observa que el porcentaje de suelo que pasa el tamiz N° 200 es mayor al máximo permitido en el sondeo 3 y en el sondeo 7, superando el valor permitido hasta con 7%, por lo cual para la conformación de la subrasante será necesario mezclar este material, se sugiere mezclar con el material del sector del sondeo 4, debido a la cercanía de los lugares y también a que este tiene un porcentaje aceptable de finos.

Para el material del sector del sondeo N° 3 se recomienda mezclar en la proporción de 1 a 1.5, esto quiere decir que el material del sondeo 3 tendrá participación de 1 vez por

1.5 participaciones del material del sondeo 4, obteniendo la siguiente clasificación granulométrica:

Tabla 47.
Granulometría de la mezcla 1/1.5 Sondeo 3/Sondeo 4

Sondeo 3. (Granulometría modificada)		
TAMIZ	% Pasa	% máx. Normativo
1"	100.00	
3/4"	100.00	
1/2"	100.00	
3/8"	100.00	
N° 4	100.00	
N° 10	99.40	
N° 40	96.60	
N° 200	64.00	64.40

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Para el material del sector del sondeo N° 7 se recomienda mezclar en la proporción de 2 a 1, esto quiere decir que el material del sondeo 7 tendrá participación de 2 veces por 1 participación del material del sondeo 4, obteniendo la siguiente clasificación granulométrica:

Tabla 48.
Granulometría de la mezcla 2/1 Sondeo 7/Sondeo 4

Sondeo 7. (Granulometría modificada)		
TAMIZ	% Pasa	% máx. Normativo
1"	100.00	
3/4"	100.00	
1/2"	100.00	
3/8"	100.00	
N° 4	98.67	
N° 10	97.00	
N° 40	91.67	
N° 200	60.67	61.11

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Para el equipo utilizado para conformar esta superficie de rodadura se deberá remitir al equipo mínimo establecido en el contrato, se recomienda lo mismo estipulado en la

normativa del MOP, motoniveladoras, vehículos de transporte de material, equipo de cribado, tanqueros para hidratación, rodillos lisos de tres ruedas de acero o rodillos vibratorios.

c. Procedimiento de trabajo.

El agregado será transportado al sitio y será depositado sobre la subrasante acabada, en volúmenes apropiados, el depósito se realizará a los costados de la plataforma, para posteriormente ser tendido. Al tenderlo se debe agregar el agua necesaria para llegar al porcentaje de humedad óptimo, y proceder a la compactación con rodillos vibrantes. Posteriormente se comprueba la compactación de la subrasante realizando un ensayo para determinar la densidad, este ensayo se realiza máximo cada 500 metros.

El espesor máximo de las capas de compactación será de 30cm

La capa de rodadura, “superficie de agregados no tratados, deberá ser conformada mínimo en un espesor de 30 cm, a lo largo de toda la Eco-Ruta, garantizando así la vida útil de la misma.

4.3.3 Señalización de la eco ruta.

Las señales implementadas en la Eco Ruta de caminata y bicicleta son las siguientes:

4.4 Diseño geométrico de la red vial y la zona de parqueaderos del complejo Integral Agroecológico San José de Ayora.

El diseño geométrico de una vía es fundamental ya que de este depende en gran parte la seguridad, funcionalidad y el confort que la vía brinde al usuario. El diseño de la red vial en el complejo se ha realizado bajo las premisas de reducir los costos en el movimiento de tierras, dividiendo el complejo Agroecológico Integral San José de

Ahora de manera funcional, acogiendo las necesidades de los actuales productores y con miras hacia el futuro del complejo, garantizando así la funcionalidad del mismo y el equilibrio entre la relación costo – beneficio.

Todas las calles internas del complejo se diseñan tomando en consideración que son calles de uso propio del complejo, por lo cual el flujo de tráfico se asume TPDA menor a 100, la sección transversal por la que se optó para las calles corresponde a la mínima indispensable de una vía de dos carriles bidireccionales, sin espaldones internos y externos, con cunetas en la parte exterior del carril, seguidos por una acera para uso peatonal de 2 metros de ancho.

Tabla 49.

Criterios adoptados para el diseño de Red Vial

Velocidad de diseño	30 km/h
Radio de giro mínimo	50 m
Pendiente máxima	4 %
Pendiente mínima	0,5 %
Tangente intermedia mínima	50 m
Distancia de visibilidad de parada	30 m
Sección transversal	13,20 m

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1 Diseño geométrico horizontal

Se define un trazado horizontal adecuado para las características de operación de los vehículos, de esta manera lograr un sistema íntegro de beneficios, satisfacción y seguridad para los usuarios.

Para este diseño se verificó los siguientes puntos:

- Curvas horizontales
- Tangente intermedia
- Distancia de visibilidad de parada

Tabla 50.

Resumen de curvas horizontales existentes en la Red vial.

CALLE “A”. ALINEACIÓN NORTE								
N.º	Tipo	Longitud (m)	P.K. de PC	P.K. de PT	Radio (m)	Ángulo de incremento (g)	Longitud de cuerda	P.K. de PI
1	Línea	180.71	0+000.00	0+180.71				
2	Curva	35.94	0+180.71	0+216.65	40.00	51.48	34.74m	0+200.00
3	Línea	53.97	0+216.65	0+270.62				
4	Curva	164.32	0+270.62	0+434.95	91.67	102.70	143.18m	0+385.26
5	Línea	52.92	0+434.95	0+487.87				
6	Curva	35.75	0+487.87	0+523.63	39.46	51.90	34.54m	0+507.08
7	Línea	102.78	0+523.63	0+626.41				
8	Curva	44.63	0+626.41	0+671.05	200.00	12.78	44.54m	0+648.82
9	Línea	350.74	0+671.05	1+021.79				
CALLE “A”. ALINEACIÓN SUR								
N.º	Tipo	Longitud (m)	P.K. de PC	P.K. de PT	Radio (m)	Ángulo de incremento (g)	Longitud de cuerda	P.K. de PI
1	Línea	180.71	0+000.00	0+180.71				
2	Curva	36.00	0+180.71	0+216.72	40.63	50.77	34.84m	0+200.00
3	Línea	53.69	0+216.72	0+270.41				
4	Curva	165.01	0+270.41	0+435.43	92.00	102.76	143.76m	0+385.59
5	Línea	52.38	0+435.43	0+487.81				
6	Curva	35.81	0+487.81	0+523.63	40.0	51.30	34.63m	0+507.02
7	Línea	102.78	0+523.63	0+626.41				
8	Curva	44.63	0+626.41	0+671.04	200.0	12.78	44.54m	0+648.82
9	Línea	350.74	0+671.04	1+021.79				
CALLE “1”								
N.º	Tipo	Longitud (m)	P.K. de PC	P.K. de PT	Radio (m)	Ángulo de incremento (m)	Longitud de cuerda	P.K. de PI
1	Línea	119.01	0+000.00	0+119.01				
2	Curva	76.69	0+119.01	0+195.71	200.0	21.97	76.22m	0+157.84
3	Línea	431.61	0+195.71	0+627.32				

4	Curva	144.16	0+627.32	0+771.48	200.0	41.29	141.06m	0+702.69
5	Línea	57.47	0+771.48	0+828.96				
CALLE "2"								
N.º	Tipo	Longitud (m)	P.K. de PC	P.K. de PT	Radio (m)	Ángulo de incremento (g)	Longitud de cuerda	P.K. de PI
1	Línea	10.14	0+000.00	0+010.14				
2	Curva	67.95	0+010.14	0+078.10	100.0	38.93	66.65m	0+045.49
3	Línea	134.84	0+078.10	0+212.95				
4	Curva	61.03	0+212.95	0+273.98	200.0	17.48	60.79m	0+243.70
5	Línea	104.50	0+273.98	0+378.48				
6	Curva	86.16	0+378.48	0+464.64	200.0	24.68	85.49m	0+422.24
7	Línea	44.74	0+464.64	0+509.39				

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.1 Diseño geométrico vertical

Se define un trazado vertical adecuado para las características de operación de los vehículos y peatones, de esta manera lograr un sistema íntegro de beneficios, satisfacción y seguridad para los usuarios.

Tabla 51.

Resumen de curvas verticales existentes en la Red vial.

Calle "A" Alineación Norte								
N.º	P.K. de PIV (m)	Elevación de PIV (m)	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2811.93		-6.35%				
2	0+043.99	2809.13	-6.35%	-0.86%	5.49%	Cóncavo	9.11	50.00m
3	0+228.31	2807.54	-0.86%	-2.35%	1.48%	Convexo	33.69	50.00m
4	0+353.66	2804.60	-2.35%	-2.32%	0.03%			
5	0+767.92	2795.00	-2.32%	-2.43%	0.11%			
6	1+021.79	2788.83	-2.43%					
Calle "A" Alineación Sur								
N.º	P.K. de PIV (m)	Elevación de PIV (m)	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2811.932		-6.35%				
2	0+043.99	2809.138	-6.35%	-0.86%	5.49%	Cóncavo	9.11	50.00m

3	0+228.31	2807.545	-0.86%	-2.35%	1.49%	Convexo	33.61	50.00m
4	0+353.22	2804.607	-2.35%	-2.32%	0.04%			
5	0+767.92	2795.000	-2.32%	-2.43%	0.11%			
6	1+021.79	2788.833	-2.43%					
Calle "1"								
N.º	P.K. de PIV (m)	Elevación de PIV (m)	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2802.833		0.52%				
2	0+429.34	2805.086	0.52%	-0.53%	1.06%	Convexo	172.25	182.06m
3	0+828.96	2802.960	-0.53%					
Calle "2"								
N.º	P.K. de PIV (m)	Elevación de PIV (m)	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2797.888		-0.85%				
2	0+371.17	2794.733	-0.85%	1.33%	2.18%	Cóncavo	45.77	100.00m
3	0+509.39	2796.578	1.33%					
Carril de acceso y salida								
N.º	P.K. de PIV (m)	Elevación de PIV (m)	Inclinación de rasante (%p)	Inclinación de rasante (%q)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+000.00	2812.730		-0.55%				
2	0+200.00	2811.639	-0.55%	0.12%	0.67%	Cóncavo	298.81	200.00m
3	0+400.00	2811.885	0.12%					

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.2 Sección transversal

La sección transversal tiene tres componentes principales, la calzada, las cunetas, aceras y los taludes de corte y relleno.

Calzada tiene un ancho de 7,00 metros, conformada por dos carriles de 3,50 metros con bombeo a los dos lados a partir del eje de 4%.

Cunetas, tienen un diseño circular, por pedido de las autoridades a cargo del proyecto, el cálculo hidráulico consta en el capítulo de drenaje

Taludes de corte y relleno.

Corte. 2 vertical, 1 horizontal

Relleno. 1 vertical, 1 Horizontal.

Los taludes tendrán una altura máxima de 5 metros, sin la inclusión de banqueteta, en caso de existir taludes con altura mayor a 5 metros, se incluirá banquetas y cunetas de coronación.

Las secciones transversales se adjuntan en los planos ubicados en el capítulo correspondiente.

4.4.1.3 Movimiento de tierras

Fue realizado el modelo y cálculo de áreas y volúmenes de corte y relleno en el programa CivilCad 3d versión 2018. Del cual se obtuvo el reporte del diagrama de masas siguiente:

4.4.1.3.1 Calle “A” alineación norte.

Tabla 52.
Diagrama de masas la Calle “A” Alineación norte.

P.K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acumul. (m3)	V. terraplén n acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
40	8.68	104.18	0.01	0.13	104.18	0.13	104.05
60	9.22	214.8	0.13	1.31	318.98	1.44	317.54
80	7.08	195.54	0.17	2.7	514.52	4.13	510.38
100	4.68	141.08	0.17	3.05	655.6	7.18	648.42
120	2.34	84.29	0.21	3.4	739.89	10.59	729.31
140	0.41	33.01	0.36	5.09	772.9	15.67	757.23
160	0.15	6.69	1.42	16.03	779.6	31.71	747.89
180	0	1.82	4.84	56.36	781.41	88.06	693.35
180.712	0	0	4.9	3.12	781.41	91.18	690.23

P.K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acumul. (m3)	V. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
190	0	0	5.73	40.09	781.41	131.27	650.14
198.717	0	0	6.54	43.52	781.41	174.79	606.62
200	0	0	6.65	6.89	781.41	181.69	599.73
210	0	0	15.23	95.64	781.41	277.33	504.09
216.721	0	0	23.27	122.63	781.41	399.96	381.46
220	0	0	23.78	69.43	781.41	469.38	312.03
240	0	0	23.85	428.67	781.41	898.05	-116.64
260	0.04	0.48	21.33	406.61	781.89	1304.67	-522.77
270.412	0.22	1.61	20.63	196.6	783.51	1501.26	-717.76
280	0	1.42	20.14	167.64	784.93	1668.9	-883.98
290	0	0	18.88	167.39	784.93	1836.3	-1051.37
300	0	0	17.42	155.74	784.93	1992.03	-1207.11
310	0	0	16.1	143.81	784.93	2135.84	-1350.91
320	0	0	14.98	133.35	784.93	2269.19	-1484.26
330	0	0	14.12	124.89	784.93	2394.08	-1609.15
340	0	0	13.19	117.14	784.93	2511.22	-1726.29
350	0	0	12.17	108.44	784.93	2619.66	-1834.73
352.919	0	0	12.04	30.15	784.93	2649.81	-1864.88
360	0	0	12	72.72	784.93	2722.54	-1937.61
370	0	0	10.97	98.88	784.93	2821.42	-2036.49
380	0	0	6.94	77.84	784.93	2899.26	-2114.33
390	0.1	0.59	2.09	39.63	785.52	2938.89	-2153.37
400	2.52	14.61	0.08	9.74	800.13	2948.63	-2148.5
410	3	30.76	0.08	0.78	830.88	2949.41	-2118.52
420	3.67	37.44	0.06	0.66	868.33	2950.07	-2081.74
430	4.57	46.81	0.03	0.44	915.14	2950.51	-2035.37
435.427	5.24	30.51	0.02	0.12	945.65	2950.63	-2004.98

P.K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acumul. (m3)	V. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
440	5.86	30.46	0	0.05	976.11	2950.68	-1974.57
460	9.91	189.22	0.38	3.46	1165.32	2954.14	-1788.81
480	10.08	239.9	0.33	6.42	1405.22	2960.55	-1555.33
487.811	9.64	92.43	0.34	2.36	1497.65	2962.92	-1465.27
490	9.43	27.04	0.38	0.5	1524.69	2963.41	-1438.73
500	5.55	92.18	0.17	1.7	1616.87	2965.11	-1348.25
505.721	4.23	31.26	0.12	0.49	1648.12	2965.6	-1317.48
510	4.3	19.98	0.11	0.28	1668.1	2965.89	-1297.79
520	4.32	47.2	0.12	0.68	1715.3	2966.56	-1251.26
523.63	4.32	17.15	0.13	0.28	1732.45	2966.84	-1234.39
540	4.03	82	0.37	3.67	1814.45	2970.51	-1156.06
560	4.18	98.53	0.09	4.09	1912.98	2974.61	-1061.63
580	4.11	99.42	0	0.81	2012.4	2975.42	-963.01
600	6.57	128.08	0	0	2140.48	2975.42	-834.93
620	6	150.78	0	0	2291.27	2975.42	-684.15
626.411	5.85	45.57	0	0	2336.84	2975.42	-638.57
630	5.86	25.65	0	0	2362.5	2975.42	-612.92
640	6.2	73.62	0	0	2436.12	2975.42	-539.3
648.728	6.56	67.99	0	0	2504.11	2975.42	-471.3
650	6.61	10.05	0	0	2514.16	2975.42	-461.25
660	6.78	81.74	0	0	2595.9	2975.42	-379.52
670	6.8	82.9	0	0	2678.8	2975.42	-296.61
671.045	6.8	8.52	0	0	2687.33	2975.42	-288.09

P.K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acumul. (m3)	V. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
680	6.84	73.3	0	0	2760.63	2975.42	-214.79
700	7.26	169.17	0	0	2929.8	2975.42	-45.62
720	8.33	186.99	0	0	3116.79	2975.42	141.37
740	9.57	214.77	0	0	3331.56	2975.42	356.14
760	10.59	241.9	0	0	3573.45	2975.42	598.03
780	13.63	290.63	0	0	3864.09	2975.42	888.66
800	15.58	350.57	0	0	4214.65	2975.42	1239.23
820	16.27	382.23	0	0	4596.88	2975.42	1621.46
840	16.64	394.91	0	0	4991.79	2975.42	2016.37
860	15.48	385.38	0	0	5377.18	2975.42	2401.75
880	12.82	339.58	0	0	5716.75	2975.42	2741.33
900	10.13	275.46	0	0	5992.22	2975.42	3016.79
920	12.18	267.74	0	0	6259.95	2975.42	3284.53
940	11.32	281.93	0	0	6541.89	2975.42	3566.46
960	8.71	240.31	0	0	6782.2	2975.42	3806.77
980	6.82	186.34	0	0	6968.54	2975.42	3993.11
1000	6.16	155.71	0	0	7124.25	2975.42	4148.83
1020	2.6	105.07	0.01	0.11	7229.32	2975.53	4253.79
1021.79	2.34	5.3	0.02	0.03	7234.62	2975.56	4259.06

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

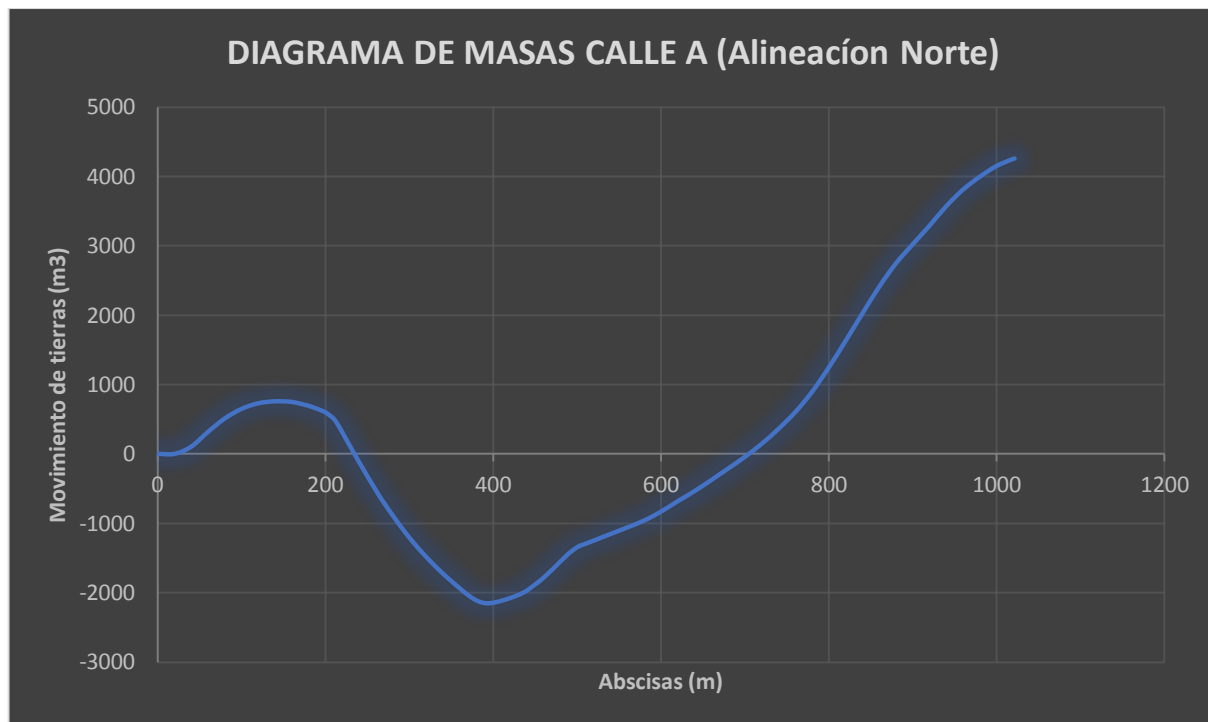


Figura 39. Diagrama de masas de la calle “A”. Alineación norte.
Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.3.2 Calle “A” alineación sur.

Tabla 53.

Diagrama de masas la Calle “A”. Alineación Sur

P . K .	Á. desmont e (m2)	V. desmont e (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acumul. (m3)
0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
40	8.68	86.82	0.01	0.14	86.82	0.14	86.67
60	9.22	179	0.13	1.45	265.81	1.6	264.22
80	7.08	162.95	0.17	2.99	428.76	4.59	424.17
100	4.68	117.57	0.17	3.39	546.33	7.98	538.35
120	2.34	70.24	0.21	3.78	616.58	11.76	604.81
140	0.41	27.51	0.36	5.65	644.09	17.41	626.67
160	0.15	5.58	1.42	17.81	649.66	35.23	614.44
180	0	1.51	4.84	62.62	651.18	97.85	553.33
180. 712	0	0	4.9	3.47	651.18	101.32	549.86
190	0	0	5.73	44.54	651.18	145.86	505.32

P . K .	Á. desmont e (m2)	V. desmont e (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acumul. (m3)
198. 717	0	0	6.54	48.3 6	651.18	194.21	456.97
200	0	0	6.65	7.66	651.18	201.87	449.31
210	0	0	15.23	106. 27	651.18	308.14	343.04
216. 721	0	0	23.27	136. 25	651.18	444.39	206.78
220	0	0	23.78	77.1 4	651.18	521.54	129.64
240	0	0	23.85	476. 3	651.18	997.84	-346.66
260	0.04	0.4	21.33	451. 79	651.58	1449.63	-798.05
270. 412	0.22	1.34	20.63	218. 44	652.92	1668.07	-1015.15
280	0	1.18	20.14	186. 27	654.11	1854.34	-1200.23
290	0	0	18.88	185. 99	654.11	2040.33	-1386.22
300	0	0	17.42	173. 04	654.11	2213.37	-1559.26
310	0	0	16.1	159. 78	654.11	2373.16	-1719.05
320	0	0	14.98	148. 17	654.11	2521.32	-1867.22
330	0	0	14.12	138. 77	654.11	2660.09	-2005.99
340	0	0	13.19	130. 15	654.11	2790.25	-2136.14
350	0	0	12.17	120. 49	654.11	2910.74	-2256.63
352. 919	0	0	12.04	33.5	654.11	2944.24	-2290.13
360	0	0	12	80.8	654.11	3025.04	-2370.93
370	0	0	10.97	109. 87	654.11	3134.91	-2480.81
380	0	0	6.94	86.4 9	654.11	3221.4	-2567.29
390	0.1	0.49	2.09	44.0 4	654.6	3265.44	-2610.84
400	2.52	12.17	0.08	10.8 2	666.77	3276.25	-2609.48
410	3	25.63	0.08	0.87	692.4	3277.12	-2584.72
420	3.67	31.2	0.06	0.74	723.61	3277.86	-2554.25
430	4.57	39.01	0.03	0.49	762.62	3278.34	-2515.72
435. 427	5.24	25.43	0.02	0.14	788.04	3278.48	-2490.44

P . K .	Á. desmont e (m2)	V. desmont e (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acumul. (m3)
440	5.86	25.38	0	0.05	813.42	3278.53	-2465.11
460	9.91	157.68	0.38	3.84	971.1	3282.37	-2311.27
480	10.08	199.92	0.33	7.13	1171.02	3289.5	-2118.49
487. 811	9.64	77.02	0.34	2.63	1248.04	3292.13	-2044.09
490	9.43	22.53	0.38	0.55	1270.57	3292.68	-2022.11
500	5.55	76.82	0.17	1.89	1347.39	3294.57	-1947.18
505. 721	4.23	26.05	0.12	0.54	1373.44	3295.11	-1921.68
510	4.3	16.65	0.11	0.32	1390.08	3295.43	-1905.35
520	4.32	39.33	0.12	0.75	1429.42	3296.18	-1866.76
523. 63	4.32	14.29	0.13	0.31	1443.71	3296.49	-1852.78
540	4.03	68.33	0.37	4.08	1512.04	3300.57	-1788.53
560	4.18	82.11	0.09	4.55	1594.15	3305.12	-1710.97
580	4.11	82.85	0	0.9	1677	3306.02	-1629.02
600	6.57	106.73	0	0	1783.74	3306.02	-1522.28
620	6	125.65	0	0	1909.39	3306.02	-1396.63
626. 411	5.85	37.98	0	0	1947.37	3306.02	-1358.65
630	5.86	21.38	0	0	1968.75	3306.02	-1337.27
640	6.2	61.35	0	0	2030.1	3306.02	-1275.92
648. 728	6.56	56.66	0	0	2086.76	3306.02	-1219.26
650	6.61	8.38	0	0	2095.14	3306.02	-1210.88
660	6.78	68.11	0	0	2163.25	3306.02	-1142.77
670	6.8	69.09	0	0	2232.34	3306.02	-1073.68
671. 045	6.8	7.1	0	0	2239.44	3306.02	-1066.58
680	6.84	61.09	0	0	2300.53	3306.02	-1005.49
700	7.26	140.97	0	0	2441.5	3306.02	-864.52
720	8.33	155.82	0	0	2597.32	3306.02	-708.7
740	9.57	178.97	0	0	2776.3	3306.02	-529.72
760	10.59	201.58	0	0	2977.88	3306.02	-328.15
780	13.63	242.2	0	0	3220.07	3306.03	-85.95
800	15.58	292.14	0	0	3512.21	3306.03	206.18
820	16.27	318.53	0	0	3830.74	3306.03	524.71
840	16.64	329.09	0	0	4159.83	3306.03	853.8
860	15.48	321.15	0	0	4480.98	3306.03	1174.95
880	12.82	282.98	0	0	4763.96	3306.03	1457.94
900	10.13	229.55	0	0	4993.51	3306.03	1687.49
920	12.18	223.11	0	0	5216.63	3306.03	1910.6

P . K .	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acumul. (m3)
940	11.32	234.94	0	0	5451.57	3306.03	2145.55
960	8.71	200.26	0	0	5651.83	3306.03	2345.8
980	6.82	155.28	0	0	5807.11	3306.03	2501.09
1000	6.16	129.76	0	0	5936.87	3306.03	2630.85
1020	2.6	87.56	0.01	0.12	6024.43	3306.15	2718.28
1021.79	2.34	4.42	0.02	0.03	6028.85	3306.18	2722.68

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

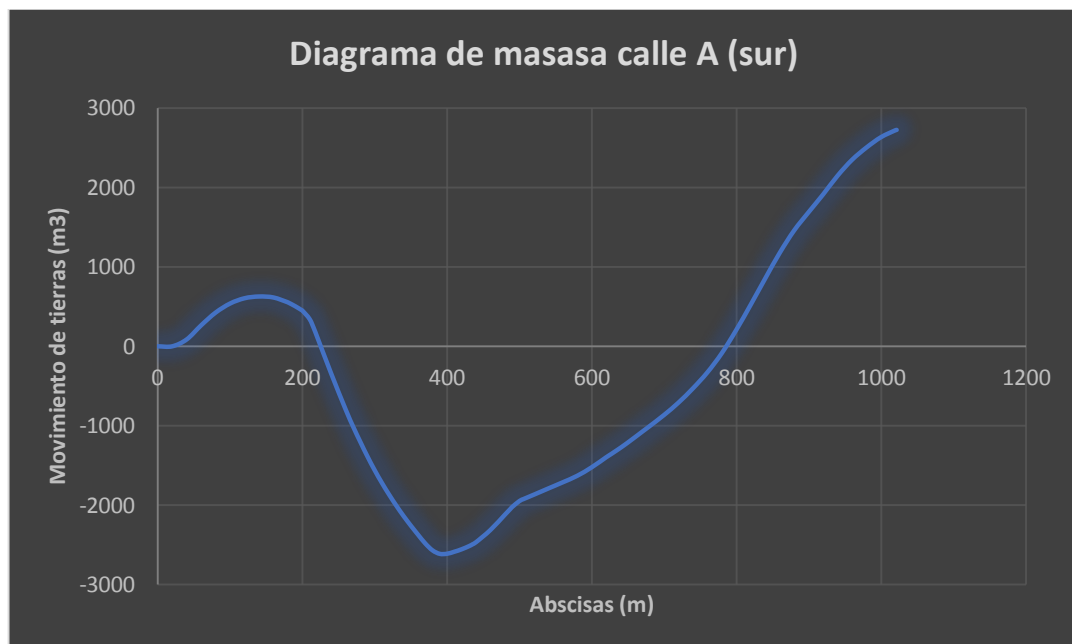


Figura 40. Diagrama de masas de la calle “A”. Alienación sur.

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.3.3 Calle “1” Norte

Tabla 54.

Diagrama de masas la Calle “1”. Norte

P.K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acumul. (m3)	V. terraplén acumul. (m3)	V. neto acum. (m3)
0	3	0	0.11	0	0	0	0
20	13.51	198.2	0	1.02	198.2	1.02	197.18
40	26.04	474.59	0	0	672.79	1.02	671.77
60	24.48	606.2	0	0	1278.99	1.02	1277.97
80	19.46	527.27	0	0	1806.26	1.02	1805.23
100	17.51	443.56	0	0	2249.82	1.02	2248.8

119.01 4	16.08	383.18	0	0	2633	1.02	2631.97
120	15.76	18.83	0	0	2651.83	1.02	2650.8
130	12.89	171.4	0	0	2823.23	1.03	2822.2
140	11.83	147.86	0	0	2971.09	1.03	2970.05
150	11.41	139.05	0	0	3110.13	1.03	3109.1
157.36	11.12	99.22	0	0	3209.35	1.03	3208.31
160	11.05	35.13	0	0	3244.48	1.03	3243.44
170	10.95	131.67	0	0	3376.15	1.03	3375.12
180	10.89	130.67	0	0	3506.82	1.03	3505.79
190	11.06	131.33	0	0	3638.15	1.03	3637.12
195.70 5	11.17	75.9	0	0	3714.05	1.03	3713.01
200	11.3	57.89	0	0	3771.93	1.03	3770.9
220	10.72	264.15	0	0	4036.08	1.03	4035.05
240	10.68	256.82	0	0	4292.9	1.03	4291.87
260	7.41	217.16	0	0	4510.06	1.03	4509.03
280	4.71	145.49	0	0.05	4655.55	1.09	4654.47
300	2.66	88.45	0.05	0.51	4744.01	1.59	4742.41
320	1.2	46.29	0.36	3.66	4790.29	5.25	4785.04
340	0.73	23.18	1.51	16.79	4813.48	22.04	4791.44

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

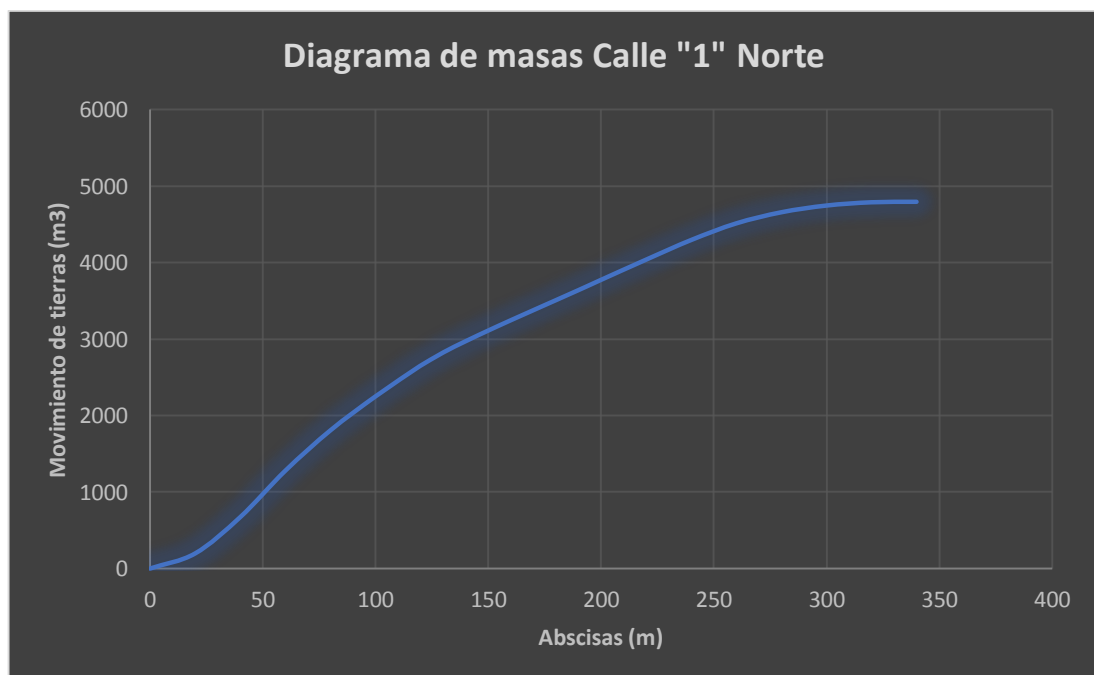


Figura 41. Diagrama de masas de la calle “1”. Norte.

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.3.4 Calle “1” Sur

Tabla 55.

Diagrama de masas la Calle “1”. Sur

P. K.	Á. desmon te (m2)	V. desmon te (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acum. (m3)
520	0	0	5.41	0	0	0	0
540	0	0	4.97	93.44	0	93.44	-93.44
560	0.74	8.89	2.03	63.02	8.89	156.46	-147.57
580	2.75	41.87	0.1	19.17	50.76	175.63	-124.87
600	3.91	79.96	0.01	1.03	130.72	176.66	-45.94
620	5.05	107.57	0	0.14	238.29	176.8	61.49
627 .31 7	5.49	46.26	0	0	284.55	176.8	107.74
630	5.67	17.95	0	0	302.5	176.8	125.7
640	6.35	71.86	0	0	374.36	176.8	197.56
650	7.22	81.15	0	0	455.51	176.8	278.71
660	8.13	91.81	0	0	547.32	176.8	370.52
670	9.26	104.02	0	0	651.34	176.8	474.54
680	10.42	117.8	0	0	769.14	176.8	592.34
690	11.81	133.1	0	0	902.24	176.8	725.44
699 .39 9	13.16	140.53	0	0	1042.77	176.8	865.97
700	13.25	9.53	0	0	1052.3	176.8	875.5
710	14.91	168.61	0	0	1220.91	176.8	1044.11
720	16.62	188.82	0	0	1409.73	176.8	1232.93
730	18.54	210.6	0	0	1620.33	176.8	1443.53
740	20.53	234.08	0	0	1854.41	176.8	1677.61
750	22.73	259.15	0	0	2113.56	176.8	1936.76
760	25	285.93	0	0	2399.49	176.8	2222.68
770	27.44	314.33	0	0	2713.82	176.8	2537.01
771 .48	27.81	49.07	0	0	2762.89	176.8	2586.09
780	29.97	295.34	0	0	3058.22	176.8	2881.42
800	35.13	781.23	0	0	3839.46	176.8	3662.65
820	40.44	906.9	0	0	4746.35	176.8	4569.55
828 .95 6	42.74	446.99	0	0	5193.35	176.8	5016.54

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

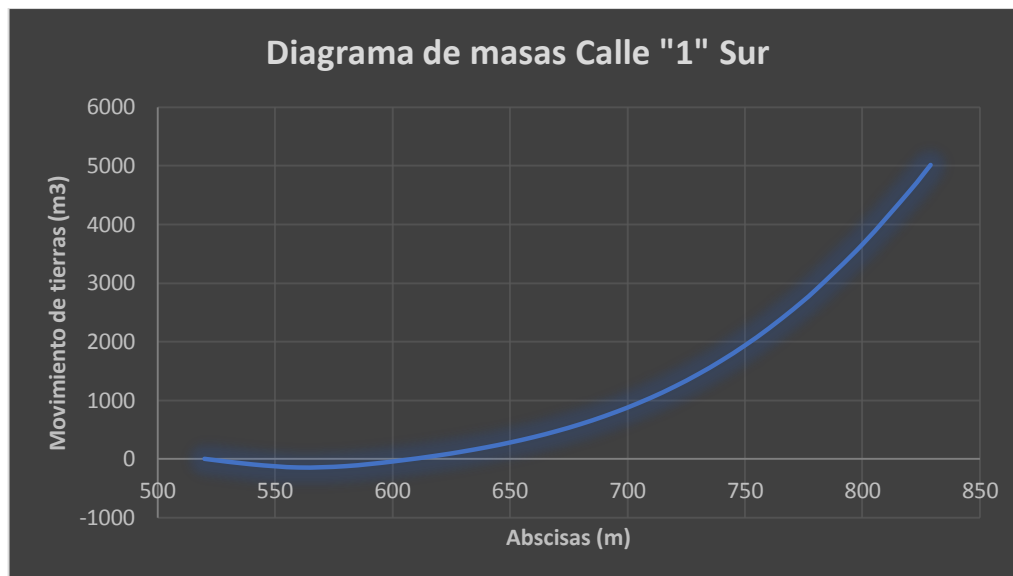


Figura 42. Diagrama de masas de la calle “1”. Sur.

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.3.5 Calle “2”

Tabla 56.

Diagrama de masas la Calle “2”. Sur

P. K.	Á. desmonte (m²)	V. desmonte (m³)	Á. terraplén (m²)	V. terraplén (m³)	V. desmonte acum. (m³)	V. terraplén acum. (m³)	Vol. neto acum. (m³)
0	2.04	0	0.46	0	0	0	0
10.145	2.1	25.16	0.59	4.8	25.16	4.8	20.37
20	1.9	24.6	0.97	6.52	49.77	11.32	38.45
30	1.56	21.65	1.41	10.07	71.41	21.39	50.03
40	1.25	17.57	1.63	12.92	88.98	34.31	54.67
44.12	1.03	5.87	1.82	6.08	94.85	40.39	54.46
50	0.77	6.63	2.39	10.61	101.48	51	50.48
60	0.31	6.82	3.96	27.43	108.31	78.43	29.88
70	0.18	3.09	4.73	37.88	111.4	116.31	-4.91
78.096	0.2	1.92	4.56	32.93	113.32	149.24	-35.92
80	0.2	0.45	4.59	7.84	113.77	157.08	-43.31
100	0.45	7.8	3.82	75.67	121.57	232.75	-111.18
120	3.46	46.95	0.17	35.92	168.52	268.67	-100.15
140	10.39	166.2	0	1.53	334.71	270.2	64.52
160	16.23	319.48	0	0	654.19	270.2	383.99
180	20	434.79	0	0	1088.97	270.2	818.78
200	20.43	485.24	0	0	1574.21	270.2	1304.01

P. K.	Á. desmon te (m2)	V. desmon te (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	Vol. neto acum. (m3)
212 .94 5	19.09	307.02	0	0	1881.24	270.2	1611.04
220	17.84	155.89	0	0	2037.13	270.2	1766.93
230	19.77	225.02	0	0	2262.15	270.2	1991.95
240	20.52	241.17	0	0	2503.32	270.2	2233.12
243 .46 3	20.84	85.94	0	0	2589.26	270.2	2319.06
250	21.53	165.8	0	0	2755.05	270.2	2484.86
260	22.73	264.99	0	0	3020.05	270.2	2749.85
270	23.84	278.95	0	0	3299	270.2	3028.8
273 .98 1	24.22	114.65	0	0	3413.65	270.2	3143.45
280	24.65	176.49	0	0	3590.14	270.2	3319.95
300	25.29	599.37	0	0	4189.52	270.2	3919.32
320	25.86	613.8	0	0	4803.31	270.2	4533.12
340	24.82	608.16	0	0.03	5411.47	270.23	5141.25
360	22.45	567.25	0	0.11	5978.72	270.34	5708.39
378 .48 2	23.05	504.52	0	0.08	6483.25	270.41	6212.83
380	22.94	41.89	0	0	6525.14	270.41	6254.72
390	20.71	261.93	0	0	6787.07	270.41	6516.66
400	18.75	236.63	0	0	7023.7	270.41	6753.29
410	17.74	218.78	0	0.02	7242.48	270.44	6972.04
420	15.72	200.73	0	0.02	7443.21	270.46	7172.75
421 .56 2	15.54	29.29	0	0	7472.5	270.46	7202.04
430	14.62	152.75	0	0	7625.25	270.46	7354.79
440	13.55	169.12	0	0	7794.37	270.46	7523.91
450	13.84	164.46	0.01	0.05	7958.84	270.51	7688.32
460	14.18	168.28	0	0.06	8127.12	270.58	7856.54
464 .64 2	13.23	76.42	0	0	8203.54	270.58	7932.96
480	11.53	228.17	0	0	8431.71	270.58	8161.13
500	6.58	217.32	0	0	8649.03	270.58	8378.45
509 .39 1	4.46	62.24	0	0	8711.27	270.58	8440.69

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

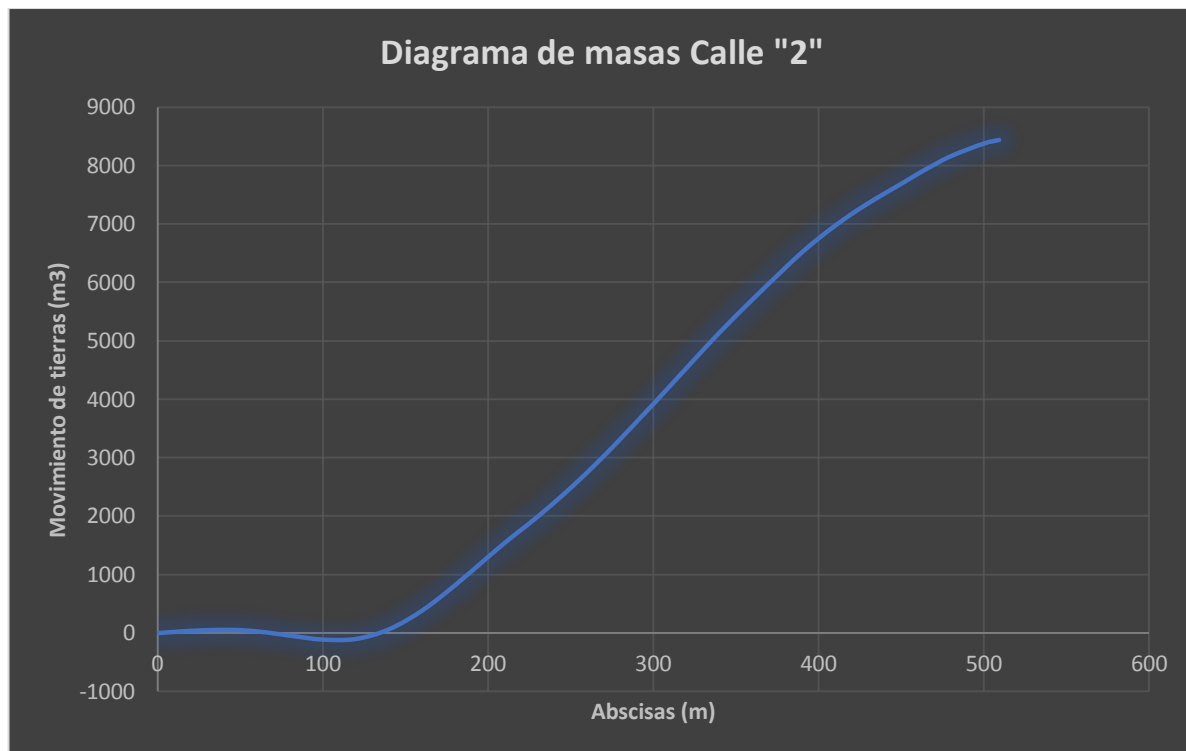


Figura 43. Diagrama de masas de la calle “2”.
F fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.4.1.3.6 Carril de acceso y salida

Tabla 57.
Diagrama de masas del acceso

P. K .	Á. desmont e (m2)	V. desmont e (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acum. (m3)
0	0.87	0	1.81	0	0	0	0
10	0.87	10.46	1.79	16.18	10.46	16.18	-5.72
20	0.86	10.36	1.81	16.17	20.82	32.34	-11.53
30	0.82	10.08	1.87	16.56	30.9	48.9	-18
40	0.71	9.18	2.15	18.11	40.08	67.01	-26.93
50	0.94	9.9	2.49	20.87	49.98	87.88	-37.9
60	1.19	12.77	2.6	23.6	62.76	111.47	-48.72
70	1.3	14.93	2.71	23.88	77.68	135.36	-57.68
80	1.37	16	2.71	24.36	93.69	159.72	-66.03
90	1.35	16.29	2.63	24.01	109.97	183.73	-73.75
100	1.28	15.75	2.53	23.21	125.72	206.93	-81.21
110	1.21	14.92	2.43	22.31	140.64	229.25	-88.61
120	1.15	14.15	2.35	21.52	154.79	250.77	-95.98

P. K .	Á. desmont e (m2)	V. desmont e (m3)	Á. terraplé n (m2)	V. terraplé n (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acum. (m3)
13 0	1.09	13.45	2.29	20.88	168.24	271.64	-103.41
14 0	1.04	12.79	2.24	20.38	181.03	292.03	-111
15 0	0.99	12.19	2.21	20.02	193.22	312.05	-118.83
16 0	0.95	11.64	2.14	19.59	204.86	331.64	-126.78
17 0	0.91	11.13	2.12	19.18	215.98	350.81	-134.83
18 0	0.88	10.69	2.11	19.03	226.67	369.84	-143.17
19 0	0.85	10.33	2.14	19.11	237.01	388.95	-151.94
20 0	0.88	10.36	2.34	20.14	247.36	409.09	-161.72
21 0	1.18	12.36	2.2	20.44	259.72	429.52	-169.8
22 0	1.38	15.38	2.07	19.23	275.1	448.76	-173.65
23 0	1.45	17.01	1.94	18.07	292.11	466.82	-174.72
24 0	1.39	17.04	1.81	16.91	309.15	483.74	-174.59
25 0	1.21	15.61	1.7	15.8	324.75	499.54	-174.79
26 0	1.02	13.42	1.7	15.27	338.17	514.81	-176.64
27 0	0.84	11.18	1.83	15.84	349.36	530.65	-181.3
28 0	0.66	8.99	2.01	17.26	358.34	547.92	-189.57
29 0	0.49	6.88	2.13	18.64	365.23	566.56	-201.33
30 0	0.32	4.87	2.2	19.48	370.1	586.03	-215.93
31 0	0.16	2.89	2.18	19.72	372.99	605.75	-232.77
32 0	0	0.94	3.09	23.74	373.93	629.5	-255.56
33 0	0	0	4.81	35.55	373.93	665.05	-291.12
34 0	0.01	0.06	6.1	49.08	373.99	714.13	-340.14
35 0	0.15	0.95	7.26	60.11	374.94	774.24	-399.3
36 0	0.02	1.01	7.06	66.36	375.96	840.6	-464.64
37 0	0.05	0.42	7.4	65.08	376.38	905.68	-529.3
38 0	0.06	0.66	7.64	67.68	377.03	973.36	-596.33
39 0	0.03	0.54	7.79	69.44	377.57	1042.81	-665.24

P. K.	Á. desmonte (m2)	V. desmonte (m3)	Á. terraplén (m2)	V. terraplén (m3)	V. desmonte acum. (m3)	V. terraplén acum. (m3)	V. neto acum. (m3)
400	0	0.18	7.41	68.41	377.76	1111.22	-733.46
400	0	0	7.41	0	377.76	1111.22	-733.46

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

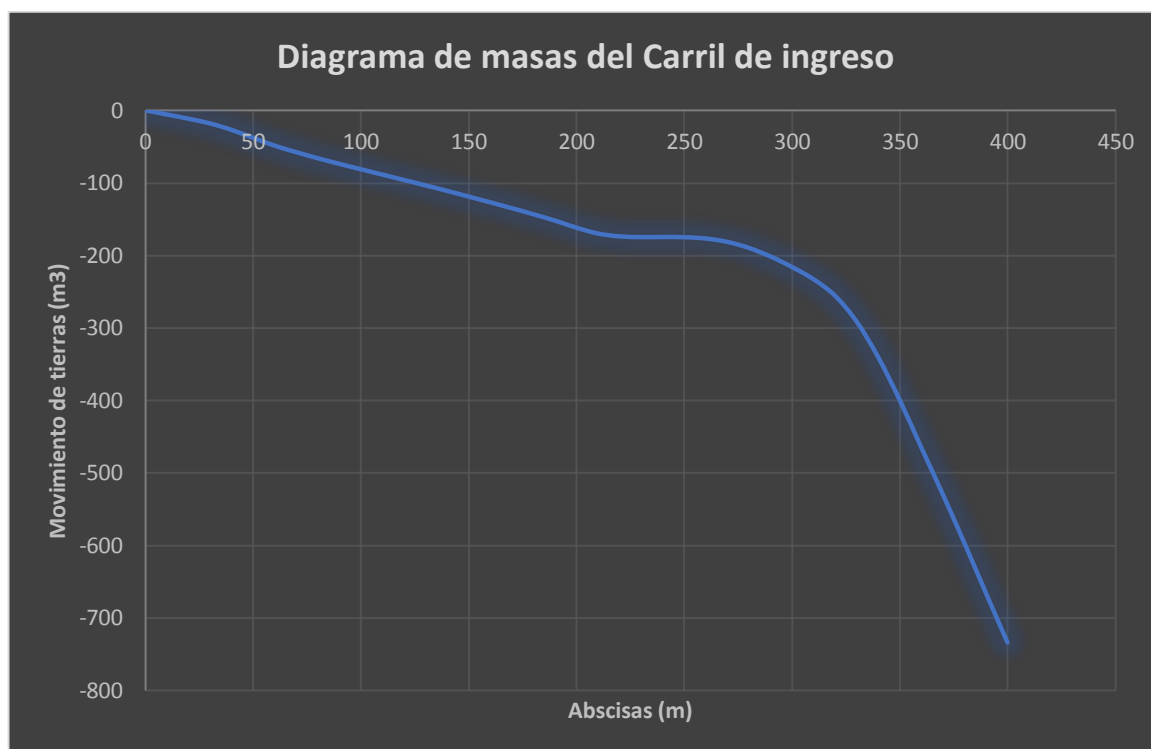


Figura 44. Diagrama de masas del acceso

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Como conclusión de todos los diagramas de masas, se evidencia que el volumen de corte es mayor al volumen de relleno, sin embargo, todo el material remanente no va a ser desalojado, sino que va a ser tendido a lo largo del complejo mismo, evitando así el costo de desalojo y transporte del material durante significativas distancias.

4.5 Diseño estructural de la capa de rodadura de la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.

El diseño estructural de la capa de rodadura se realizará con la premisa, que el TPDA es bajo, sin embargo, los vehículos que transitarán producen cargas significativas, ya

que son para el transporte de alimentos, insumos, herramientas y maquinaria que incentiven y faciliten la producción y comercialización dentro y fuera del complejo.

La superficie -de rodadura del proyecto será “Empedrado”, la cual se realizará siguiendo el procedimiento establecido en las normas del Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de Empedrados.

Se utiliza en caminos de tráfico promedio diario no mayor a 200 vehículos, con un componente de hasta 30% de camiones y autobuses. (Organización Internacional del Trabajo, 2004).

Los empedrados se construyen directamente sobre subrasante, los suelos con mejores condiciones para empedrados son limos, limos arcillosos o arcillas de baja compresibilidad. Este suelo es característico del sector a ejecutarse este proyecto, además, que el CBR de diseño es de 31,2%, lo cual clasifica a la subrasante como buena.

La piedra es de gran importancia, ya que este es el material principal de esta capa de rodadura, la mejor piedra para este trabajo se obtiene de terrazas aluviales, localizadas a lo largo de las orillas de los ríos, siendo este el caso puntual del proyecto, ya que la piedra será obtenida de la mina formada a las orillas del Río San José, teniendo así un trabajo con un buen estándar económico. (Organización Internacional del Trabajo, 2004).

Los proyectos de empedrados también es aconsejable realizar en lugares donde existan comunidades debidamente organizadas, ya que exige gran cantidad de colaboración de mano de obra calificada y no calificada, y se requiere de una cantidad relativamente baja de maquinaria.

4.5.1 Requerimientos técnicos.

Las principales características físico - mecánicas de la piedra son:

Tabla 58.

Características Físico - Mecánicas del material de empedrado

Características	Valor requerido
Pérdida por abrasión en máquina de los ángeles	Menor a 40%
Pérdida de peso mediante ensayo de durabilidad luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio	Menor a 12%
Densidad mínima	2,3 g/cm ³
Diámetro mínimo para empedrado	8cm
Diámetro máximo para empedrado	12 cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones maestros	10 cm
Diámetro máximo para maestra o cordones maestros	15 cm

Fuente: (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

Las principales características de la subrasante y el diseño geométrico son:

Tabla 59.

Características de la subrasante y diseño geométrico.

Características	Valor requerido
Tipo de suelo clasificación AASHTO	A4 O A6
CBR mínimo	6 %
CBR recomendado	8%
Diámetro mínimo para empedrado	8cm
% de compactación de la subrasante luego de la re conformación	Mayor o igual a 95%
Bombeo de calzada	3% – 4%
Gradiente longitudinal mínima	0,5 %
Gradiente longitudinal máxima	15%

Fuente: (Organización Internacional del Trabajo, 2004).

Etapas constructivas:

- a. Explotación de material.

El material será tomado de las orillas del río San José, previamente se deberá realizar ensayos indicados anteriormente, para calificar la calidad del material.

b. Transporte de material

El transporte se hará en distancias menores a 1km, se lo realizará en volquetas de hasta 8m³, a través de las vías existentes. El material transportado debe depositarse en los costados del camino, para facilitar su posterior colocación.

c. Conformación de subrasante.

La subrasante debe cumplir las especificaciones de alineamientos horizontales y verticales y secciones transversales. El equipo mínimo recomendado es una motoniveladora, un rodillo liso de más de 10 toneladas y un camión cisterna para hidratación. Acompañados de sus operadores y ayudantes de maquinaria.

d. Empedrado

La piedra o cantos rodados formarán la capa de rodadura, no se permitirá piedra que no satisfaga el tamaño y características mecánicas indicadas en cuadros anteriores. (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

Posteriormente a ser aprobada la subrasante perfectamente conformada y compactada, se escarificará 2cm aproximadamente, lo cual servirá como apoyo para la colocación de la piedra. (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

Se coloca los cordones maestros, con la piedra de mayor tamaño en los ejes, bordes o límites de carriles, y maestras longitudinales intermedias entre el eje y el borde del

camino, separadas máximo a 1,50 metros. (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

Se completará de empedrar la calzada con las piedras de menor tamaño hincando las piedras con un combo de 2kg. (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

Se esparcirá el material de relleno entre las piedras para aumentar la adherencia entre ellas y disminuir la filtración de aguas lluvias. Este material suele ser el mismo material de la subrasante, para una mayor adherencia se lo mezclará con cemento portland, a este proceso se denomina emporado, el emporado debe cubrir completamente las piedras para facilitar el rodillado. (Organización Internacional del Trabajo, 2004). La cantidad de cemento será del 4% en peso, cantidad añadida para mejorar algunas propiedades a corto y largo plazo, siendo más fácil la compactación y reduciendo un poco el contenido de humedad, debido a que la humedad del suelo está muy cercana a la humedad óptima de compactación.

El rodillado se realizará utilizando un rodillo liso sin vibración, iniciando el trabajo en los costados y desplazándose hacia el centro. (Organización Internacional del Trabajo, 2004)

e. Obras de arte (alcantarillas, cunetas)

Consiste en la construcción del drenaje superficial a los costados del camino, con canto rodado y revestimiento de mortero de cemento portland relación 1:3.

Tabla 60.

Características Físico - Mecánicas de la arena para el mortero de recubrimiento de cunetas.

Tamiz	Abertura	% que pasa
N° 4	4,75 mm	100
N° 8	2,36	95 a 100
N° 100	0,15	0 a 25
N° 200	0,075	0 a 10

Fuente: (Organización Internacional del Trabajo, 2004).

El módulo de finura del agregado fino estará en el rango de 1,6 a 2,5. Cabe aclarar que este módulo de finura es exclusivamente para el caso de mortero de recubrimiento de cunetas empedradas. La relación agua-cemento no será mayor a 0,65

4.6 Diseño del drenaje de la de la red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.

Las obras para el drenaje vial son de fundamental importancia para alargar la vida útil y precautelar la integridad de los usuarios. Las obras de diseño del drenaje serán enfocadas al desfogue de aguas lluvias directamente a los cauces naturales existentes en el complejo.

4.6.1 Diseño del drenaje longitudinal

4.6.1.1 Cálculo del caudal

Para el diseño de cunetas en primera instancia es necesario calcular los caudales que estas recogerán y conducirán, para la realización de este cálculo se ha utilizado el método racional teniendo en cuenta todos sus principios teóricos, que se muestran en el capítulo 7 (fundamentos teóricos) del presente proyecto.

Tabla 61. Coeficientes de escorrentía utilizados en el proyecto.

coeficiente de escorrentía ciclovía	0.5
coeficiente de escorrentía red vial	0.7
coeficiente de escorrentía taludes	0.29

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 62.

Cálculo del caudal de cunetas de la ciclovía, lado derecho y lado izquierdo

N°-	Tramo	Tipo de Tramo	L (m)	a(m)	b(m)	C1	C2	C3	C4	S1 (m2)	S2 (m2)	Tc (min)	Idtr (mm/h)	I TR (mm/h)	Lado izq.		Lado der	
															lt/s	m3/s	lt/s	m3/s
1	3+440	Vía en relleno	238.81	0	1.5	0.5	0.5	0	0	0.00	0	12	3.3	146.7	7.36	0.007	7.36	0.007
	0+180																	
	0+180	Vía en corte	60	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	90.00	4337.81	12	3.3	146.7	2.92	0.003	53.52	0.054
	0+240																	
2	0+240	Vía en corte	69.64	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	82.81	1363.15	12	3.3	146.7	3.13	0.003	18.38	0.018
	0+310																	
	0+310	Vía en relleno	190	0	1.5	0.5	0.5	0	0	0.00	0.00	12	3.3	146.7	5.85	0.006	5.85	0.006
	0+500																	
3	0+500	Vía en corte externo	200	0	1.5	0.5	0.5	0	0.29	0.00	10826.06	12	3.3	146.7	6.16	0.006	135.13	0.135
	0+700																	
4	0+700	Vía en corte	190	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	7279.40	157.43	12	3.3	146.7	92.57	0.093	7.73	0.008
	0+890																	
5	0+890	Vía en corte	90	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	6689.70	121.14	12	3.3	146.7	82.46	0.082	4.22	0.004
	0+980																	
6	0+980	Vía en corte	150	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	5193.99	131.74	12	3.3	146.7	66.49	0.066	6.19	0.006
	1+130																	
7	1+130	Vía en corte	85	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	9118.62	103.69	12	3.3	146.7	111.24	0.111	3.85	0.004
	1+215																	
8	1+215	Vía en corte	55	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	8759.40	77.93	12	3.3	146.7	106.04	0.106	2.62	0.003
	1+270																	

N°-	Tramo	Tipo de Tramo	L (m)	a(m)	b(m)	C1	C2	C3	C4	S1 (m2)	S2 (m2)	Tc (min)	Idtr (mm/h)	I TR (mm/h)	Lado izq.		Lado der	
															lt/s	m3/s	lt/s	m3/s
9	1+270	Vía en corte interno	190	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	7196.96	0	12	3.3	146.7	91.59	0.092	5.85	0.006
	1+460																	
10	1+460	Vía en corte	130	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	2363.84	0	12	3.3	146.7	32.16	0.032	4.01	0.004
	1+590																	
11	1+590	Vía en corte	390	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	1953.08	1.46	12	3.3	146.7	35.28	0.035	12.03	0.012
	1+980																	
12	1+980	Vía en corte externo	140	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	0.00	0	12	3.3	146.7	4.31	0.004	4.31	0.004
	2+120																	
13	2+120	Vía en corte interno	40	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	0.00	0	12	3.3	146.7	1.23	0.001	1.23	0.001
	2+160																	
14	2+160	Vía en corte interno	170	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	10912.20	0	12	3.3	146.7	135.23	0.135	5.24	0.005
	2+330																	
15	2+330	Vía en corte	110	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	6457.02	154.80	12	3.3	146.7	80.31	0.080	5.23	0.005
	2+440																	
	2+440	Vía en corte	240	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	5416.55	98.12	12	3.3	146.7	71.92	0.072	8.56	0.009
	2+680																	
16	2+680	Vía en corte	310	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	6184.08	98.62	12	3.3	146.7	83.22	0.083	10.73	0.011
	2+990																	
17	2+990	Vía en corte interno	450.00	0	1.5	0.5	0.5	0.29	0.29	186.64	3202.53	12	3.3	146.7	16.09	0.016	38.15	0.038
	3+440																	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 63.

Cálculo del caudal de cunetas de la vía, lado derecho y lado izquierdo

Calle	Tramo	Tipo de Tramo	L (m)	a(m)	b(m)	C1	C2	C3	C4	S1 (m2)	S2 (m2)	tc (min)	Idtr (mm/h)	I TR (mm/h)	Lado izq.		Lado der	
															lt/s	m3/s	lt/s	m3/s
A	0+000	Vía en corte	350	2	3.6	1	1	0	0	0	40.27	12	3.3	146.70	0.00	0.000	56.84	0.057
	0+350																	
1	0+340	Vía en corte	340	2	3.6	1	1	0	0	0	131.3	12	3.3	146.70	0.00	0.000	56.31	0.056
	0+000																	
A	0+000	Vía en corte	350	2	3.6	1	1	0	0	31.842	0	12	3.3	146.70	56.74	0.057	0.00	0.000
	0+350																	
1	0+520	Vía en corte	320	2	3.6	1	1	0	0	131.01	0	12	3.3	146.70	53.09	0.053	0.00	0.000
	0+840																	
A	0+350	Vía en corte	410	2	3.6	1	1	0	0	0	88.529	12	3.3	146.70	0.00	0.000	67.07	0.067
	0+760																	
A	0+350	Vía en corte	410	2	3.6	1	1	0	0	87.485	0	12	3.3	146.70	67.06	0.067	0.00	0.000
	0+760																	
2	0+000	Vía en corte	350	2	3.6	1	1	0	0	154.52	108.65	12	3.3	146.70	58.2	0.058	57.65	0.058
	0+350																	
2	0+350	Vía en corte	180	2	3.6	1	1	0	0	46.252	45.585	12	3.3	146.70	29.5	0.030	29.53	0.030
	0+530																	
A	0+760	Vía en corte	260	2	3.6	1	1	0	0	168.75	159.19	12	3.3	146.70	43.9	0.044	43.76	0.044
	1+020																	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.6.1.2 Diseño de cunetas

El dimensionamiento de las cunetas ha sido realizado con la ayuda de la ecuación de Manning teniendo en cuenta los criterios de diseño que indica el manual de diseño de carreteras en el capítulo de drenaje vial del MOP, tal y como se lo explica en el marco metodológico del presente proyecto

Tabla 64.
Criterios y parámetros utilizados en el diseño de cunetas

Rugosidad de Manning ciclovía	0.025
Rugosidad de Manning red vial	0.025
velocidad máxima ciclovía(m/s)	1.8
velocidad mínima ciclovía (m/s)	0.177
velocidad máxima red vial (m/s)	4.5
velocidad mínima red vial (m/s)	0.191

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 65.
Diseño hidráulico de cuneta de ciclovía lado derecho

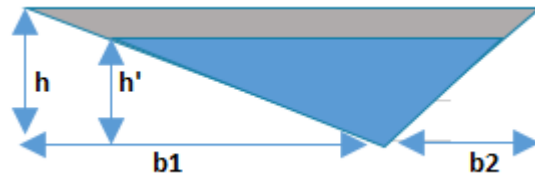
<div> <div> $V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$ $Q = V * W$ </div> </div>																	
N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
1	3+440	298.81	10.28	0.025	0.84%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.87	0.102	102.05
	0+240																
2	0+240	259.64	8.99	0.025	0.51%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.68	0.079	79.47
	0+500																
3	0+500	200.00	98.73	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+700																
4	0+700	190.00	92.57	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+890																
5	0+890	90.00	82.46	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+980																
6	0+980	150.00	66.49	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+130																
7	1+130	85.00	111.24	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+215																



$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
8	1+215	55.00	106.04	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+270																
9	1+270	190.00	91.59	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+460																
10	1+460	130.00	32.16	0.025	0.91%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.90	0.106	106.15
	1+590																
11	1+590	390.00	35.28	0.025	3.89%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.87	0.219	219.48
	1+980																
12	1+980	140.00	4.31	0.025	0.79%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.84	0.099	98.91
	2+120																
13	2+120	40.00	1.23	0.025	0.79%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.84	0.099	98.91
	2+160																
14	2+160	170.00	135.23	0.025	3.75%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.83	0.215	215.49
	2+330																
15	2+330	110.00	152.23	0.025	3.75%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.83	0.215	215.49
	2+440																



$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

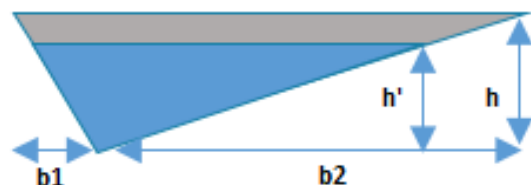
$$Q = V * W$$

N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
	2+440	240.00	71.92	0.025	0.73%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.81	0.095	95.08
	2+680																
16	2+680	310.00	83.22	0.025	3.1%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	1.65	0.194	194.34
	2+990																
17	2+990	450.00	16.09	0.025	1.1%	2.0	1.0	0.35	0.70	0.35	0.28	0.12	1.02	0.12	0.98	0.115	115.11
	3+440																

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 66.

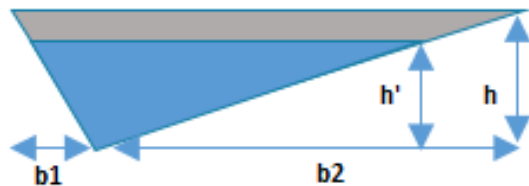
Diseño hidráulico de cuneta de ciclovía lado izquierdo



$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

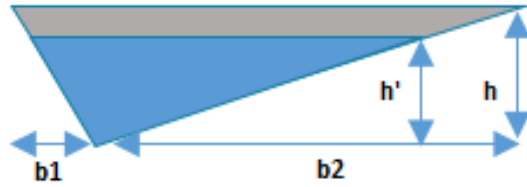
N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
1	3+440	298.81	60.88	0.025	0.84%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.87	0.102	102.05
	0+240																
2	0+240	259.64	24.24	0.025	0.51%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.68	0.079	79.47
	0+500																
3	0+500	200.00	135.13	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+700																
4	0+700	190.00	7.73	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+890																
5	0+890	90.00	4.22	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	0+980																
6	0+980	150.00	6.19	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+130																
7	1+130	85.00	3.85	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+215																



$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
8	1+215	55.00	2.62	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+270																
9	1+270	190.00	5.85	0.025	1.49%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.16	0.136	135.83
	1+460																
10	1+460	130.00	4.01	0.025	0.91%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.90	0.106	106.15
	1+590																
11	1+590	390.00	12.03	0.025	3.89%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.87	0.219	219.48
	1+980																
12	1+980	140.00	4.31	0.025	0.79%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.84	0.099	98.91
	2+120																
13	2+120	40.00	1.23	0.025	0.79%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.84	0.099	98.91
	2+160																
14	2+160	170.00	5.24	0.025	3.75%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.83	0.215	215.49
	2+330																
15	2+330	110.00	13.80	0.025	3.75%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.83	0.215	215.49
	2+440																



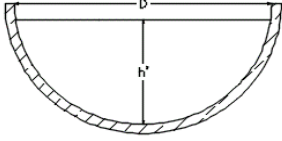
$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = V * W$$

N°	Tramo	L (m)	Q dis (l/s)	n	i %	m2	m1	h (m)	b1 (m)	b2 (m)	h' (m)	W (m2)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m3/s)	Q (lt/s)
	2+440	240.00	8.56	0.025	0.73%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.81	0.095	95.08
	2+680																
16	2+680	310.00	10.73	0.025	3.1%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	1.65	0.194	194.34
	2+990																
17	2+990	450.00	38.15	0.025	1.1%	2.0	1.0	0.35	0.35	0.70	0.28	0.12	1.02	0.12	0.98	0.115	115.11
	3+440																

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 67.
Diseño hidráulico de cuneta de la vía

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;">  <div style="flex-grow: 1;"> $W = \frac{D^2}{8} \times (\alpha \text{ rad} - \text{sen } \alpha)$ $P = \frac{D^2 \times \alpha \text{ rad}}{2}$ $R = \frac{W}{P}$ </div> <div style="flex-grow: 1;"> $V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$ $Q = V * W$ </div> </div>														
Calle	tramo	L (m)	Q dis (l/s)	D (m)	n material	i %	y (m)	α °	W (m2)	P (m)	R (m)	V(m/s)	Q (m3/s)	Q(l/s)
Cuneta derecha														
A	0+000 0+350	350	56.84	0.8	0.025	2.32%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.820	0.313	313.352
1	0+340 0+000	340	113.15	0.8	0.025	0.52%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	0.862	0.148	148.351
Cuneta izquierda														
A	0+000 0+350	350	56.74	0.8	0.025	2.32%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.820	0.313	313.352
1	0+520 0+840	320	109.83	0.8	0.025	0.52%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	0.862	0.148	148.351
Cuneta derecha														
A	0+350 0+760	410	67.07	0.8	0.025	2.32%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.820	0.313	313.352
Cuneta izquierda														
A	0+350 0+760	410	67.06	0.8	0.025	2.32%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.820	0.313	313.352
Cuneta derecha														
2	0+000 0+350	350	57.65	0.8	0.025	2.32%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.820	0.313	313.352
Cuneta izquierda														
2	0+000 0+350	350	58.20	0.8	0.025	0.85%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.102	0.190	189.670
Cuneta derecha														
2	0+350 0+530	180	29.53	0.8	0.025	1.33%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.378	0.237	237.254
Cuneta izquierda														
2	0+350 0+530	180	29.54	0.8	0.025	1.33%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.378	0.237	237.254
Cuneta derecha														
A	0+760 1+020	260	226.69	0.8	0.025	2.43%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.863	0.321	320.694
Cuneta izquierda														
A	0+760 1+020	260	170.00	0.8	0.025	2.43%	0.3	2.636	0.172	1.054	0.163	1.863	0.321	320.694

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.6.2 Diseño del drenaje transversal

4.6.2.1 Caudal de alcantarillas

El caudal que conducirán las alcantarillas serán los que recoge de las cunetas de la ciclovía, cunetas de la red vial y microcuencas que conduzcan agua con tendencia a cruzar la vía. El coeficiente de escorrentía para el cálculo del caudal que escurre por las microcuencas del terreno es de 0.29.

Tabla 68.

Cálculo del caudal de alcantarillas

N°	Abscisa	c	L	Cota mayor	Cota menor	Tc (min)	Tc(min)	Idtr (mm/h)	I (mm/h)	Área km2	Q cuenca (m3/s)	Q cuneta lt/s	Q cuneta (m3/s)	Q de diseño (m3/s)
1	0+240	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	104.380	0.104	0.104
2	0+700	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	233.856	0.234	0.234
3	0+890	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	100.297	0.100	0.100
4	0+980	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	86.679	0.087	0.087
5	1+130	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	72.684	0.073	0.073
6	1+215	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	115.097	0.115	0.115
7	1+270	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	108.663	0.109	0.109
8	1+460	0.29	322.26	2804	2797	7.27	12	3.3	146.70	0.0472	0.558	97.440	0.097	0.655
9	1+590	0.29	266.16	2799	2797	9.44	12	3.3	146.70	0.0772	0.912	36.169	0.036	0.949
10	1+980	0.29	91.53	2792	2784	1.61	12	3.3	146.70	0.0108	0.127	47.313	0.047	0.174
11	2+120	0.29	271.17	2796	2786	5.19	12	3.3	146.70	0.0225	0.266	8.626	0.009	0.275
12	2+160	0.29	59.38	2790	2788	1.67	12	3.3	146.70	0.0014	0.017	399.151	0.399	0.416
13	2+330	0.29	0.00	0	0	0.00	12	3.3	146.70	0.0000	0.000	140.465	0.140	0.140
14	2+680	0.29	344.12	2804	2796	7.45	12	3.3	146.70	0.0769	0.909	166.021	0.166	1.075
15	2+990	0.29	493.87	2811	2801	10.59	12	3.3	146.70	0.0835	0.987	250.468	0.250	1.237

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

4.6.2.2 Diseño de alcantarillas

El dimensionamiento del diámetro de alcantarilla, así como la pendiente elegida para evacuar las aguas que conducen estas obras de desfogue de caudal, ha sido realizado con la ayuda de la ecuación de Manning teniendo en cuenta los criterios de diseño que indica el manual de diseño de carreteras en el capítulo de drenaje vial del MOP, tal y como se lo explica en el marco metodológico del presente proyecto.

Tabla 69.
Coeficientes de rugosidad de Manning seleccionados para diseño

Rugosidad de Manning alcantarilla	0.024
velocidad máxima (m/s)	4.5
velocidad mínima (m/s)	0.15

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 70.
Diseño hidráulico de alcantarillas

N°	Abscisa	L (m)	Q (m ³ /s)	dis	D (m)	D (mm)	n	Cota entrada	invert	Cota salida	invert	i %	v (m/s)	Q (m ³ /s)	Q/Q
1	0+240	20	0.104		0.6	600	0.024	2807.06		2806.90		0.80%	1.052	0.297	0.35
2	0+700	22	0.234		0.6	600	0.024	2805.99		2805.80		0.85%	1.084	0.307	0.76
3	0+890	21	0.100		0.6	600	0.024	2803.17		2803.00		0.80%	1.052	0.297	0.34
4	0+980	22	0.087		0.6	600	0.024	2802.18		2802.00		0.80%	1.052	0.297	0.29
5	1+130	17	0.073		0.6	600	0.024	2799.34		2799.20		0.80%	1.052	0.297	0.24
6	1+215	25	0.115		0.6	600	0.024	2799.05		2798.80		1.00%	1.176	0.333	0.35
7	1+270	26	0.109		0.6	600	0.024	2797.89		2797.60		1.10%	1.234	0.349	0.31
8	1+460	18	0.655		1	1000	0.024	2794.78		2794.60		1.00%	1.654	1.299	0.50
9	1+590	30	0.949		1	1000	0.024	2792.66		2792.40		0.85%	1.524	1.197	0.79
10	1+980	29	0.174		0.6	600	0.024	2783.35		2783.00		1.20%	1.289	0.364	0.48
11	2+120	29	0.275		0.6	600	0.024	2785.35		2785.00		1.20%	1.289	0.364	0.75
12	2+160	38	0.416		1	1000	0.024	2785.37		2785.00		0.97%	1.629	1.279	0.33
13	2+330	45	0.140		0.6	600	0.024	2789.44		2789.00		0.98%	1.164	0.329	0.43
14	2+680	80	1.075		1	1000	0.024	2793.88		2793.00		1.10%	1.734	1.362	0.79
15	2+990	52	1.237		1	1000	0.024	2800.73		2800.00		1.40%	1.956	1.537	0.80

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

CAPÍTULO V

PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMAS

5.1 Presupuesto total del proyecto de la “eco ruta de caminata y bicicleta Río San José” y red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.

Se elaborará un presupuesto referencial del proyecto, analizando los precios unitarios de todos los rubros considerados para la ejecución.

5.1.1 Presupuesto de la Eco Ruta de Caminata y Bicicleta Río San José.

Para realizar el proyecto es necesario determinar las cantidades de obra de cada uno de los rubros a ejecutarse y posteriormente definir el precio unitario de cada rubro, para de esta manera obtener el costo total del proyecto.

Las cantidades de obra han sido calculadas en base a los planos de diseño geométrico, hidráulico y señalización definitivos.

El presupuesto y análisis de precios unitarios ha sido elaborado en el Software “Ares”, aplicando los precios referenciales de la Cámara de la Construcción de Quito.

Tabla 71.
Presupuesto de la Eco Ruta

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES				
VALLA SEÑALIZACION PANAFLEX (PROVISION Y MONTAJE)	M2	1.00	271.41	271.41
REPLANTEO Y ESTACAMIENTO	M	3 498.81	0.67	2 344.20
RETIRO CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PUAS	M	874.00	0.22	192.28
				2 807.89
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	17 843.93	0.18	3 211.91
CONFORMACION DE SUBRASANTE (EQUIPO PESADO)	M2	17 843.93	1.43	25 516.82
CONFORMACIÓN DE TALUDES A MÁQUINA	M	6 997.62	1.66	11 616.05
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	M3	3 791.08	3.04	11 524.88
RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	M3	7 945.43	5.29	42 031.32
				93 900.98
OBRAS DE ARTE				

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
EXCAVACION DE CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	M3	1 134.00	3.81	4 320.54
EXTENSION DE ALCANTARILLA	M	10.00	564.55	5 645.50
CUNETA CON REVESTIMIENTO DE MORTERO	M	6 997.62	6.77	47 373.89
				40 895.52
ALCANTARILLAS				
HORMIGON ESTRUCTURAL 210 KG/CM2	M3	20.00	156.77	2 720.40
HORMIGÓN SIMPLE F'C=140 KG/CM2 (ELABORADO EN SITIO)	M3	8.40	88.71	745.16
TUBERIA ÀRMICO D=0.600m E=2.00mm	M	218.00	121.20	28 165.60
TUBERIA ÀRMICO D=1.00 E=2.00MM	M	235.60	154.27	38 207.25
ACERO DE REFUERZO	KG	1 750.00	1.25	2 187.50
RIPIO	M3	226.80	22.09	5 010.01
				77 035.92
MITIGACION AMBIENTAL				
AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	8.92	22.02	196.42
POZO SEPTICO	U	1.00	475.59	475.59
LETRINAS SANITARIAS	U	1.00	698.31	698.31
CHARLA AMBIENTAL	HORA	1.00	73.22	73.22
				1 443.54
SEÑALIZACION				
SEÑALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60CM	U	5.00	79.25	396.25
SEÑALES DE REGLAMENTACION	U	10.00	79.25	792.50
SEÑALES INFORMATIVAS	U	10.00	79.25	792.50
MOJON INDICADOR DE KILOMETRAJE	U	4.00	66.45	265.80
MOJON INDICADOR DE ALCANTARILLA	U	14.00	38.46	7538.44
				2 785.49
ORNAMENTACION				
ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 M DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)	U	2 000.00	38.71	77 420.00
ENCESPADO Y PLANTAS ORNAMENTALES TIPO ESCANCELA	M2	6 000.00	1.58	9 480.00
				86 900.00
TOTAL				305 769.00

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

NOTA: El análisis de precios unitarios se ubica en Anexos.

5.1.2 Presupuesto de la Red Vial del Complejo Agroecológico Integral San

José de Ayora.

Tabla 72.

Presupuesto de la Red Vial del Complejo Agroecológico Integral San José de Ayora.

DESCRIPCION	UNI DAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES				
REPLANTEO Y ESTACAMIENTO	KM	11 760.00	0.52	6 115.20
				6 115.20
OBRAS DE ARTE				
CUNETA EMPEDRADA CON REVESTIMIENTO DE MORTERO	M	4 760.00	14.19	67 544.40
TAPA H.A. 100X60X10 CM F'C=210KG/CM2 (PROVISION Y MONTAJE)	U	246.00	29.65	7 293.90
TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N. 315MM (MAT)	M	144.79	20.95	3 033.35
POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M	U	3.00	425.33	1 275.99
EXCAVACION DE CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	M3	4 760.00	33.76	16 041.60
				95 188.84

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MITIGACION AMBIENTAL				
AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	8.00	24.33	194.64
CHARLA AMBIENTAL	HORA	1.00	73.22	73.22
				267.86
SEÑALIZACION				
SEÑALES DE REGLAMENTACION	U	26.00	123.00	3 198.00
SEÑALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60CM	U	4.00	123.00	492.00
				3 690.00
ORNAMENTACION				
ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 M DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)	U	800.00	114.18	91 344.00
ENCESPADO Y PLANTAS ORNAMENTALES TIPO ESCANCELA	M2	4 080.00	3.24	13 219.20
				104 563.20
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	41 267.00	0.18	7 428.06
EMPEDRADO CON CANTO RODADO	M2	21 597.54	4.76	71 271.88
SUB-BASE CLASE 3, TENDIDO, CONFORMADO, COMPACTADO E=5CM SIN TRANSPORTE	M3	221.26	15.36	3 389.70
CONFORMACION DE SUBRASANTE (EQUIPO PESADO)	M2	41 267.00	0.43	17 744.81
CONFORMACION DE TALUDES A MAQUINA	M;	5 971.00	0.75	4 478.25
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	M3	20 896.01	1.52	31 761.94
RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	M3	12 311.41	4.55	56 016.92
				192 091.56
TOTAL				401 916.66

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

NOTA: El análisis de precios unitarios se ubica en Anexos.

5.2 Cronograma valorado de ejecución del proyecto “eco ruta de caminata y bicicleta Río San José” y red vial del “Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora, Cantón Cayambe”.

Tabla 73.
Cronograma Valorado de la Eco ruta de Caminata y Bicicleta

Rubro	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Fecha	Fecha	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	% Total
OBRAS PRELIMINARES				16/07/2018	08/10/2018									
VALLA SEDALIZACION PANAFLEX (PROVISION Y MONTAJE)	1	\$271.41	\$271.41	16/07/2018	16/07/2018	(100.000%) \$271.41								100
REPLANTEO Y ESTACAMIENTO	3498.81	\$0.87	\$2,344.20	17/07/2018	08/10/2018	(50.000%) \$1,172.10								100
RETIRO CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PUAS	874	\$0.22	\$192.28	17/07/2018	17/07/2018	(100.000%) \$192.28								100
MOVIMIENTO DE TIERRAS				18/07/2018	16/11/2018									
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	17843.93	\$0.18	\$3,211.91	18/07/2018	27/07/2018	(100.000%) \$3,211.91								100
CONFORMACION DE SUBRASANTE (EQUIPO PESADO)	17843.93	\$1.43	\$25,516.82	28/09/2018	29/10/2018			(50.000%) \$12,758.41	(50.000%) \$12,758.41					100
CONFORMACION DE TALUDES A MAQUINA	6997.62	\$1.66	\$11,616.05	30/09/2018	16/11/2018			(29.167%) \$3,388.01	(62.500%) \$7,260.03	(8.333%) \$968.01				100
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	3791.08	\$3.04	\$11,524.88	28/07/2018	23/08/2018	(66.667%) \$7,683.25	(33.333%) \$3,841.63							100
RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	7945.43	\$5.29	\$42,031.32	07/08/2018	28/09/2018	(15.094%) \$8,344.35	(56.604%) \$23,791.31	(28.302%) \$11,895.66						100
OBRAS DE ARTE				28/09/2018	07/12/2018									
EXCAVACION DE CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	1134	\$3.81	\$4,320.54	28/09/2018	29/10/2018			(50.000%) \$2,160.27	(50.000%) \$2,160.27					100
EXTENSION DE ALCANTARILLA	10	\$564.55	\$5,645.50	29/10/2018	31/10/2018				(100.000%) \$5,645.50					100
CUNETA EMPEDRADA CON REVESTIMIENTO DE MORTERO	6997.62	\$4.42	\$30,929.48	10/10/2018	07/12/2018			(6.780%) \$2,096.91	(50.847%) \$15,728.85	(42.373%) \$13,105.72				100
ALCANTARILLAS				29/10/2018	14/01/2019									
HORMIGON ESTRUCTURAL 210 KG/CM2	20	\$156.77	\$3,135.40	29/10/2018	14/01/2019				(19.231%) \$602.98	(38.462%) \$1,205.92	(38.462%) \$1,205.92	(3.846%) \$120.60		100
HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2 (ELABORADO EN SIT)	8.4	\$88.71	\$745.16	29/10/2018	14/01/2019				(19.231%) \$143.30	(38.462%) \$286.60	(38.462%) \$286.60	(3.846%) \$28.66		100
TUBERIA ARMICO D=0.800m E=2.00mm	218	\$121.20	\$26,421.60	29/10/2018	08/01/2019				(20.833%) \$5,504.50	(41.667%) \$11,009.00	(37.500%) \$9,908.10			100
TUBERIA ARMICO D=1.00 E=2.00mm	235.6	\$154.27	\$36,346.01	29/10/2018	14/01/2019				(19.231%) \$6,989.62	(38.462%) \$13,979.23	(38.462%) \$13,979.23	(3.846%) \$1,397.93		100
ACERO DE REFUERZO	1750	\$1.25	\$2,187.50	29/10/2018	14/01/2019				(19.231%) \$420.67	(38.462%) \$841.35	(38.462%) \$841.35	(3.846%) \$84.13		100
RIPIO	228.8	\$22.09	\$5,010.01	29/10/2018	14/01/2019				(19.231%) \$963.46	(38.462%) \$1,926.93	(38.462%) \$1,926.93	(3.846%) \$192.69		100
MITIGACION AMBIENTAL				17/07/2018	11/02/2019									
AGUA PARA CONTROL DE POLVO	8.92	\$22.02	\$196.42	18/07/2018	16/11/2018	(22.951%) \$45.08	(24.590%) \$48.30	(24.590%) \$48.30	(24.590%) \$48.30	(3.279%) \$6.44				100
POZO SEPTICO	1	\$475.59	\$475.59	17/07/2018	17/07/2018	(100.000%) \$475.59								100
LETRINAS SANITARIAS	1	\$698.31	\$698.31	18/07/2018	18/07/2018	(100.000%) \$698.31								100
SEÑALIZACION				02/01/2019	16/01/2019									
SENALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60	5	\$79.25	\$396.25	02/01/2019	02/01/2019						(100.000%) \$396.25			100
SENALES DE REGLAMENTACION	10	\$79.25	\$792.50	03/01/2019	04/01/2019						(100.000%) \$792.50			100
SENALES INFORMATIVAS	10	\$79.25	\$792.50	04/01/2019	07/01/2019						(100.000%) \$792.50			100
MOJON INDICADOR DE KILOMETRAJE	4	\$66.45	\$265.80	16/01/2019	16/01/2019							(100.000%) \$265.80		100
MOJON INDICADOR DE ALCANTARILLA	14	\$38.46	\$538.44	12/01/2019	14/01/2019							(100.000%) \$538.44		100
ORNAMENTACION				10/10/2018	22/02/2019									
ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 M DE ALTO (PROV. TRANSF)	2000	\$38.71	\$77,420.00	10/10/2018	12/02/2019			(7.273%) \$5,630.55	(18.182%) \$14,078.38	(19.161%) \$14,834.32	(19.021%) \$14,728.04	(30.649%) \$23,728.73	(5.714%) \$4,424.00	100
ENCESPADADO Y PLANTAS ORNAMENTALES TIPO ESCANCE	6000	\$1.58	\$9,480.00	20/01/2019	22/02/2019							(64.706%) \$6,134.12	(35.294%) \$3,345.88	100
INVERSION						\$20,112.59	\$27,699.55	\$39,150.21	\$72,307.55	\$58,174.50	\$44,873.72	\$32,491.10	\$7,769.88	
AVANCE PARCIAL EN %						6.647%	9.154%	12.939%	23.897%	19.220%	14.830%	10.738%	2.568%	
INVERSION ACUMULADA						\$20,112.59	\$47,812.14	\$86,962.35	\$159,269.90	\$217,444.40	\$282,318.12	\$294,809.22	\$302,579.10	
AVANCE ACUMULADO EN %						6.647%	15.802%	28.740%	52.637%	71.864%	86.694%	97.432%	100.000%	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 74.

Cronograma Valorado de la Red Vial del complejo Agroecológico San José de Ayora.

Cronograma Valorado										
Rubro	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Fecha	Fecha	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	% Total
OBRAS PRELIMINARES				01/08/2018	04/12/2018					
REPLANTEO Y ESTACAMIENTO	11760	\$0.52	\$6,115.20	01/08/2018	04/12/2018	(60.000%) \$3,669.12	(40.000%) \$2,446.08			100
OBRAS DE ARTE				19/11/2018	09/09/2019					
CUNETA EMPEDRADA CON REVESTIMIENTO DE MORTERK	4780	\$14.19	\$67,544.40	01/01/2019	12/07/2019		(14.835%) \$10,020.32	(47.910%) \$32,380.48	(37.255%) \$25,183.60	100
TAPA H.A. 100X80X10 CM F'C=210KG/CM2 (PROVISION Y M	248	\$29.85	\$7,293.90	15/07/2019	09/09/2019				(100.000%) \$7,293.90	100
TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N. 315MM (MAT)	144.79	\$20.95	\$3,033.35	13/07/2019	16/07/2019				(100.000%) \$3,033.35	100
POZO REVISION H.S. H=1.28-1.75M	3	\$425.33	\$1,275.99	14/07/2019	15/07/2019				(100.000%) \$1,275.99	100
EXCAVACION DE CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS	4780	\$3.37	\$16,041.20	19/11/2018	07/02/2019		(86.420%) \$13,862.77	(13.580%) \$2,178.43		100
MITIGACION AMBIENTAL				01/08/2018	21/02/2019					
AGUA PARA CONTROL DE POLVO	8	\$24.33	\$194.64	03/08/2018	21/02/2019	(43.350%) \$84.38	(44.335%) \$88.29	(12.315%) \$23.97		100
CHARLA AMBIENTAL	1	\$73.22	\$73.22	01/08/2018	01/08/2018	(100.000%) \$73.22				100
SEÑALIZACION				17/07/2019	22/07/2019					
SEÑALES DE REGLAMENTACION	28	\$123.00	\$3,198.00	17/07/2019	19/07/2019				(100.000%) \$3,198.00	100
SEÑALES PREVENTIVAS - ROTULOS INFORMATIVOS 60*60	4	\$123.00	\$492.00	20/07/2019	22/07/2019				(100.000%) \$492.00	100
ORNAMENTACION				01/10/2018	10/07/2019					
ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 M DE ALTO (PROV. TRANSF	800	\$114.18	\$91,344.00	01/10/2018	05/07/2019	(10.000%) \$9,134.40	(30.000%) \$27,403.20	(30.000%) \$27,403.20	(30.000%) \$27,403.20	100
ENCESPADO Y PLANTAS ORNAMENTALES TIPO ESCANCE	4080	\$3.24	\$13,219.20	01/05/2019	10/07/2019				(100.000%) \$13,219.20	100
MOVIMIENTO DE TIERRAS				02/08/2018	18/02/2019					
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	41267	\$0.18	\$7,428.06	02/08/2018	17/08/2018	(100.000%) \$7,428.06				100
EMPEDRADO CON CANTO RODADO	21597.54	\$3.30	\$71,271.88	01/12/2018	08/01/2019		(100.000%) \$71,271.88			100
SUB-BASE CLASE 3, TENDIDO, CONFORMADO, COMPACTO	221.26	\$15.36	\$3,398.55	20/01/2019	22/01/2019		(100.000%) \$3,398.55			100
CONFORMACION DE SUBRASANTE (EQUIPO PESADO)	41267	\$0.43	\$17,744.81	19/11/2018	28/01/2019		(100.000%) \$17,744.81			100
CONFORMACIÓN DE TALUDES A MÁQUINA	5971	\$0.75	\$4,478.25	30/01/2019	18/02/2019			(100.000%) \$4,478.25		100
EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	20896.01	\$1.52	\$31,761.94	20/08/2018	16/11/2018	(79.775%) \$25,338.18	(20.225%) \$6,423.76			100
RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	12311.41	\$4.55	\$56,016.92	02/09/2018	12/11/2018	(80.556%) \$45,124.74	(19.444%) \$10,892.18			100
INVERSION						\$90,852.10	\$163,549.84	\$86,444.33	\$81,079.24	
AVANCE PARCIAL EN %						22.604%	40.692%	16.532%	20.173%	
INVERSION ACUMULADA						\$90,852.10	\$254,401.94	\$320,846.27	\$401,925.51	
AVANCE ACUMULADO EN %						22.604%	63.296%	79.827%	100.000%	

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

CAPÍTULO VI

IMPACTO AMBIENTAL

6.1 Informe de impacto ambiental generado por el proyecto.

6.1.1 Situación actual

La parroquia de Ayora actual cabecera parroquial cuenta con el complejo integral agroecológico San José, fuente dinámica de producción agroecológica. Actualmente en el complejo se encuentran asociaciones pequeñas de agricultura que se dedican al cultivo de diferentes productos como frutillas, cebada, papas, maíz, entre otros. El complejo cuenta con un sistema de riego que actualmente no se encuentra en funcionamiento, además existen personas que tienen su ganado vacuno en este terreno, la falta de organización ha provocado que en este complejo exista un total desorden en la distribución del terreno, por lo que, que se ha desaprovechado el uso completo de su área razón por la cual el gobierno de esta parroquia ha puesto en énfasis un proyecto integrador que permita el desarrollo eficiente y eficaz del complejo.

La localización, los límites y el área de influencia del Complejo Integral Agroecológico San José de Ayora han sido descritos en este informe en el capítulo que representa el problema que se va a tratar.

6.1.2 Caracterización ambiental.

La caracterización se refiere principalmente los ecosistemas bióticos abióticos y antrópicos que se encuentren en zonas de influencia directa o indirecta del proyecto.

6.1.2.1 Sistema abiótico

Pluviosidad

Los meses de lluvia son desde el mes de enero hasta el mes de mayo y desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre considerando a estos dos intervalos como invierno, en cuanto que, a los meses de junio, julio y agosto se los considera como meses de sequía, verano.

Temperatura

El clima característico de la Parroquia San José de Ayora es Ecuatorial meso térmico húmedo y semi húmedo. La temperatura promedio es de 11.23° C.

(Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015)

Agua

San José de Ayora es una parroquia que pertenece a las subcuencas del río Guayllabamba y Esmeraldas. Donde 11 microcuencas y drenajes menores aportan al río principal de la parroquia. San José cuenta con un sistema hídrico conformado por el río Ulpayacu, río San José, río Puluvi y río Blanco (Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora, 2015).

Geología

En la parroquia San José de Ayora se encuentra el volcán Cayambe y el volcán Cusín, que se caracterizan por sus yacimientos aluviales y terrazas, con la siguiente asignación:

Cobertura del Suelo

Este cobertor se caracteriza por sus páramos y suelos agropecuarios, que se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 75.
Tipos de suelos de la parroquia San José de Ayora

Tipo	Litología	Área	Porcentaje
Entisol	Suelos jóvenes con desarrollo limitado que exhiben propiedades de la roca madre. La productividad oscila entre los niveles muy altos para algunos suelos formados en depósitos fluviales recientes a nivel muy bajos para los que se forman en la arena voladora en las laderas	14.71	10.62%
Inceptisol	suelos jóvenes poco desarrollados en los que al comienzo o principio del desarrollo del perfil es evidente, la vegetación nativa suele ser bosque	20.69	14.93%
Molisol	Suelos oscuros y suaves que se ha desarrollado bajo una vegetación herbosa. Horizonte superficial rico en humus que es rico en calcio y magnesio. La fertilidad del suelo es excelente	87.31	63.01%
Nieve y Hielo	Nieve	1.29	0.93%
Eriales	Afloramiento rocoso	14.56	10.51%
Total		138.56	100%

Fuente: Gobierno autónomo descentralizado "San José de Ayora". (2015). *Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Recuperado de URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf

6.1.2.2 Sistema biótico

Recurso flora

La parroquia de ayora cuenta con una gran área de flora primaria, páramos y bosques. Dentro de estas áreas se encuentran variedad de flora silvestre y especies botánicas nativas del lugar que han sido ancestralmente usadas como medicina natural, ritos de limpias espirituales, entre otros. Estas tradiciones pretenden ser rescatadas mediante la creación de un centro de sanación ancestral a través de yerbas medicinales.

Recurso fauna

Varios estudios mencionan que la Reserva ecológica Cayambe-Coca es el área con mayor diversidad de flora y fauna en el Ecuador, esto debido a su diversidad climática y paisajística. Debido a la variedad de fauna al momento es imposible inventariar el 100% del área tiene identificado a más de 900 especies de aves, 110 especies de anfibios, 140 especies de reptiles y más de 200 mamíferos. Ayora al ser una parroquia aledaña a la reserva conserva una gran mayoría de las especies alojadas en esta reserva.

Paisaje

Caracterizar esta zona paisajística mente es compleja debido a que los asentamientos de personas en la zona central de la parroquia están al momento tomando fuerza, esto quiere decir que en un futuro no muy lejano se verá afectado los ecosistemas aledaños, por ende, se apreciará la disminución de la flora y fauna en el paisaje.

6.1.2.3 Medio antrópico

Análisis demográfico

La parroquia San José de Ayora cuenta con una población de 11 255 habitantes, de acuerdo con el último censo realizado en el 2010.

Educación

A pesar de las varias reformas educativas que se han implementado año tras año en el sistema educativo, en la parroquia aún existen instituciones que no satisfacen ni responden a las necesidades de los estudiantes. Por lo que hay un bajo rendimiento académico y deserción escolar, careciendo de calidad en la enseñanza y aprendizaje

significativo. En cuanto al género, según datos del distrito AIME, aún es notable mayor la presencia del género masculino que el femenino.

Salud

La parroquia tiene un índice de mortalidad del 14,33%. Estos resultados se deben a los malos hábitos alimenticios y la falta de higiene. Sumándose el mal manejo de desechos sólidos, la falta de agua apta para el consumo humano, la falta de conocimiento en cuando a las propiedades de una alimentación sana, entre otros. Que trae como consecuencias desnutrición, infecciones, incremento en el gasto familiar, sobre todo en las comunidades vulnerables.

6.1.3 Valoración de impactos ambientales.

para hacer una valorización de impactos ambientales es necesario analizar diferentes actividades que se realizan en las etapas de construcción y operación del proyecto.

Para la identificación de impactos ambientales es necesarios hacer una categorización de actividades para su evaluación. Para esta valorización se puede tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla 76.
Códigos Valorización de impacto ambiental

Parámetro	Valoración	
Medioambiente	Benéficas	B
	Deprimentes	D
Probabilidad de ocurrencia	Cierta	C
	Potencial	P
	Improbable	I
	Desconocida	N
Grado de Impacto	Menor	1
	Moderada	2
	Mayor	3
Duración del efecto	Temporal	T
	Permanente	P
Forma de ejecución de las acciones por tomarse	Inmediato	i
	Mediato	m
	Largo plazo	l

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Para utilizar estos indicadores de valorización se requiere conocer las condiciones actuales del ecosistema debido a que esta valorización es subjetivo, por lo que se recomienda además de las investigaciones bibliográficas realizar inspecciones de campo en el sector.

6.1.4 Identificación y calificación de impactos fase de construcción

Tabla 77.

Identificación y calificación de impactos, fase de construcción

IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCION												
CONSTRUCCION	MEDIO FISICO				MEDIO BIOTICO		MEDIO ANTRÓPICO Y ECONÓMICO			IMPACTOS		
ACTIVIDADES/ASPECTOS	CALIDAD DE AGUA	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE SUELO	PAISAJE	FLORA	FAUNA	EMPLEO	SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	USO ACTUAL DEL SUELO	POSITIVA	NEGATIVA	IMPACTOS
Movimiento de tierras.	DCTi -1	DCTi -1	DCTi -2	DCPi -1	DCTi-1	DCTi -1	BCTi+3	DPTm -1	DCTi -2	3	10	-7
Desbroce, desbosque y limpieza.	DCTi -1	DCTi -1	DCTi -1	DCPi -1	DCTi-1	DCTi-1	BCTi+3	DPTm -1	DCTi -2	3	9	-6
Operación de maquinaria pesada.		DCTi -1	DCTi -1	DCPi -1	DCTi-1	DCTi-1	BCTi+3	DPTm -1	DCTi -2	3	8	-5
Transporte de materiales pétreos y áridos.			DCTi -1	DCPi -1	DCTi-1	DCTi-1	BCTi+2	DPTm -1	DCTi -1	2	6	-4
Construcción de obras de arte menor (cunetas, alcantarillas y muros).		DCTi -1	DCTi -1	DCPi -1	DCTi-1	DCTi-1	BCTi+2	DPTm -1	DCTi -1	2	7	-5
Colocación de sub-base, base granular.		DCTi -1	DCTi -1		DCTi-1	DCTi-1	BCTi+3	DPTm -1	DCTi -1	3	6	-3
Contratación de mano de obra (personal).				DCPi -1			BCTi+3	DPTm -1		3	2	1
Explotación de fuentes de materiales.	DCTi -1	DCTi -1	DCTi -1	DCPi -1	DCTi-1	DCTi-1	BCTi+3	DPTm -1	DCTi -1	3	8	-5
POSITIVOS	0	0	0	0	0	0	22	0	0	-34		
NEGATIVOS	3	6	8	7	7	7	0	8	10			
IMPACTOS	-3	-6	-8	-7	-7	-7	22	-8	-10			

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

Tabla 78.

Identificación y calificación de impactos, fase de operación

IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN												
CONSTRUCCIÓN	MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO ANTRÓPICO Y ECONÓMICO			IMPACTOS		
ACTIVIDADES/ASPECTOS	CALIDAD DE AGUA	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE SUELO	PAISAJE	FLORA	FAUNA	EMPLEO	SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	USO DEL SUELO	POSITIVA	NEGATIVA	IMPACTOS
Aumento de transito deportivo peatonal y ciclistico.		DCTi -1	DCTi -1	BPPI+2	BIPm+1	DCTi-1	BCPi+3	DCTm -1	BCPi+2	8	4	4
Sistema ordenado de uso de espacios	BIPm +1	BIPm +1	BCPI+1	BPPI+3	BCPi+2	BCPi+2	BCPi+3	BCPi+1	BCPi+2	16	0	16
Mantenimiento de señalización.				DCPi -1			BCTi+2	BCPi+2		4	1	3
Mantenimiento de sistemas de drenaje.	BIPm +1	BIPm +1	BCPI+1	DCPi -1	BIPm +1	BIPm +1	BCPi+3	DCTm -1		8	2	6
Mantenimiento de capa de rodadura.	BIPm +1	BIPm +1	BCPI+1	DCPi -1	BIPm +1	BIPm +1	BCPi+3	DCTm -1		8	2	6
Contratación de mano de obra (personal).				DCPi -1	BIPm +2	BIPm +2	BCPi+3	BCPi+2	BCPi+2	11	1	10
POSITIVOS	3	3	3	5	7	6	17	5	6	45		
NEGATIVOS	0	1	1	4	0	1	0	3	0			
IMPACTOS	3	2	2	1	7	5	17	2	6			

Fuente: Escobar & Flores, 2018.

6.1.4.1 Impactos Negativos

Fase de construcción

Prácticamente todas las actividades evaluadas en la etapa de construcción son negativas, sin embargo, estas no son permanentes estas actividades son:

- Movimiento de tierras.
- Desbroce, desbosque y limpieza.
- Operación de maquinaria pesada.
- Transporte de materiales pétreos y áridos.
- Construcción de obras de arte menor (cunetas, alcantarillas y muros).
- Colocación de subbase, base granular.
- Explotación de fuentes de materiales.

Fase de operación

En la fase de operación como resultado final de la matriz de Leopold no hay impactos que resulten negativos, aunque hay actividades evaluadas negativamente en el medio abiótico como son la calidad del aire, la calidad del suelo y la calidad del agua y el paisaje.

6.1.4.2 Impactos positivos

Fase de construcción

La única actividad positiva en la etapa de construcción es la contratación de mano de obra, aunque es de manera temporal esta ayuda significativamente en el estado económico del medio.

Fase de operación

- Aumento de tránsito deportivo peatonal y ciclista.
- Sistema ordenado de uso de espacios
- Mantenimiento de señalización.
- Mantenimiento de sistemas de drenaje.
- Mantenimiento de capa de rodadura.
- Contratación de mano de obra (personal).

6.1.5 Medidas mitigadoras de impacto ambiental

6.1.5.1 Medidas mitigadoras para el recurso suelo

Para la mitigación de impactos en el suelo producto de rubros como movimiento de tierras, excavaciones, retiro de capa vegetal se tienen medidas mitigadoras como:

- Reutilizar el suelo que sea excavado mediante un buen acopio y desalojo de este en lugares no contaminados, para así optimizar su uso y no afectar a gran escala este recurso.
- Realizar los cortes y rellenos de acuerdo a los diseños geométricos establecidos, esto evitará que existan deslizamiento y procesos erosivos en los taludes
- No se utilizará un espacio de suelo mayor al indicado por la dirección de obra por lo tanto se dará a conocer los accesos y zonas de actuación donde se desenvolverá la construcción del proyecto.
- Se deberá hacer una revegetación para conservar las propiedades físicoquímicas del suelo.

- Se desalojará y se acopiará la cobertura vegetal ordenadamente de manera que se pueda recuperarla y reutilizarla, para esto se evitará mezclarla con materiales inertes o con materiales contaminados.

6.1.5.2 Medidas mitigadoras para el recurso aire

Este recurso es muy importante en el medio ya que los seres vivos necesitan respirar aire puro no contaminado para su buen estado de salud, por esta y otras razones más se debe salvaguardar el estado de este medio mediante medidas mitigadoras de contaminación como:

- Siempre que se realice excavaciones en suelo seco o existan planicies vulnerables a levantar partículas de suelo debido al viento, se deberá regar agua para poder minimizar la contaminación del medio aire producto de las generaciones de partículas de polvo.
- Se deberá cubrir a los camiones de carga con lonas para evitar el esparcimiento de partículas de suelo al aire.
- Todas las maquinarias y vehículos que vayan a operar en la obra deberán presentar los documentos de aprobación a las inspecciones reglamentarias de acuerdo a la legislación vigente que controla las emisiones y ruidos provocadas por las maquinas a combustible.

6.1.5.3 Medidas mitigadoras para el recurso Agua

- No se desalojará agua contaminada en los cauces naturales ni artificiales como ríos, arroyos, acequias, sistemas de riego entre otras.
- Se realizará la construcción teniendo en cuenta los retiros suficientes de distancia a los márgenes de los cauces naturales que se encuentren en el proyecto.

- Si es necesario se deberá construir sistemas de decantación en los accesos cercanos entre la construcción y los cauces naturales, para evitar el arrastre de sólidos hacia el cauce.

6.1.5.4 Medidas mitigadoras sobre la fauna y a la flora

- El ancho de la ciclovía y la red vial será construido de acuerdo a los diseños que muestren los planos con el fin de minimizar el área de desbroces de vegetación.
- Evitar la tala de especies en el proceso de construcción del proyecto y en caso no ser posible se deberá recuperar las especies arbóreas para su posterior reutilización.
- Evitar la propagación de ruido para que las especies de fauna que habitan en la zona puedan anidar y permanecer en su entorno.

7. CONCLUSIONES

- Una vez realizado el estudio geotécnico se ha determinado que la mayoría del suelo está clasificado según la clasificación como AASHTO A-4 (0), con un porcentaje de humedad natural promedio de 20% estando esta sobre el porcentaje de contenido de humedad óptima que es 15.52%, con el cual se puede llegar a un valor de densidad máxima de 1.74 gr/cm³. El valor de CBR fluctúa entre 7% y 36% y aplicando el concepto de CBR percentil 85, el valor de CBR de diseño es de 31.20% el cual indica que tenemos un buen material de subrasante.
- El mapa de inundaciones del tramo del río San José correspondiente al complejo indica que el nivel de aguas para un periodo de retorno de 25 años inunda un área aledaña de 63815.24 m² disminuyendo el espacio designado previamente para el trazado de dos alternativas de eco ruta, por lo mencionado anteriormente se optó por realizar una sola opción de diseño geométrico.
- El diseño geométrico de la ciclovía ha sido realizado para una velocidad de 30 km/h para la cual el radio mínimo es de 20m y la tangente intermedia mínima entre curva horizontales es de 50m, la sección transversal libre es de 3.00 m con una cuneta de drenaje longitudinal a ambos lados de la vía de 1.05m, teniendo en cuenta la seguridad y comodidad de usuarios ya que será una vía compartida con ciclistas y peatones, las pendientes máximas y mínimas del alineamiento vertical son de 4% y 0.5% respectivamente.
- El diseño geométrico de red vial del Complejo Integral Agroecológico San José ha sido realizado para una velocidad de 30 km/h trazando vías bidireccionales con un carril en cada sentido, y teniendo una sección transversal total de 13.20

m que incluye dos carriles de 3,60m cada uno, cunetas de 1m y aceras de 2m, el radio mínimo de curva horizontal es de 50m y la tangente intermedia mínima entre curva horizontales es de 50m, con una distancia de visibilidad de parada de 30m, las pendientes máximas y mínimas del alineamiento vertical son de 4% y 0.5% respectivamente.

- El valor presupuestado para la ejecución de la eco ruta de caminata y bicicleta es 305 769.00 dólares americanos y el tiempo estimado de ejecución es de 6 meses.
- De acuerdo al Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de Empedrados, la combinación de una subrasante de buena calidad y un tráfico vehicular bajo no mayor a 200 vehículos diarios permite la construcción de una capa de rodadura empedrada, además este tipo de pavimento es de preferencial construcción en comunidades organizadas ya que requiere de gran cantidad de mano de obra no especializada, como se ha mencionado anteriormente en este complejo se prevé que ejecuten la construcción de la obra mediante el trabajo colectivo de los habitantes de la parroquia.

8. RECOMENDACIONES

- Verificar que todos los materiales de construcción que se emplearan en la construcción del proyecto cumplan con los requisitos de las normativas vigentes y las especificaciones técnicas.
- Para evitar la erosión de los taludes de corte y relleno se recomienda proteger la superficie de estos con un encespado cabe mencionar que este deberá recibir su respectivo mantenimiento.
- Para evitar el deterioro en corto plazo tanto de la ciclovía como de la red vial se deberá considerar costos de mantenimiento y limpieza periódicamente de las vías y elementos que componen a esta como: cunetas y alcantarillas.
- En concordancia con el estudio de inundaciones realizado del río San José se recomienda no realizar obras de infraestructuras significativas dentro del área de inundación que muestra el mapa presentado en este proyecto.
- Al momento de ejecutar la construcción de la obra se recomienda cumplir con todas las medidas mitigadoras de impacto ambiental que se sugiere en el capítulo correspondiente a estas.
- Se recomienda que las pendientes para la conformación de taludes de relleno tanto para la construcción de la ciclovía como para la construcción de la red vial sea de 1H:1V.
- Se recomienda que las pendientes para la conformación de taludes de corte tanto para la construcción de la ciclovía como para la construcción de la red vial sea de 1H:2V.

9. REFERENCIAS

Arguello, J. (2004). Manual andino para la construcción y mantenimiento de empedrados. Recuperado de URL:

<http://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/andino.pdf>

Cando, V. (2016). Diseño a nivel de carpeta asfáltica y pavimento rígido de la vía Mulaute-La Florida, tramo 3 (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Crow, H. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede. Recuperado de URL: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)

Gobierno autónomo descentralizado "San José de Ayora". (2015). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Ayora, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Recuperado de URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf

Google Earth . (28 de abril de 2018). Obtenido de <https://earth.google.es/>

Grisales, J. (2005). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: ECOE

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Señalización Vial. Parte 1. Señalización vertical. En *Reglamento técnico ecuatoriano*. Recuperado de URL: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Señalización Vial. Parte 2.

Señalización Horizontal. En *Reglamento técnico ecuatoriano*. Recuperado de URL:

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

[content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

Instituto Geográfico Militar . (24 de abril de 2016). Capas de Información

Geográfica Básica del IGM de Libre Acceso . Obtenido de

http://www.geoportaligm.gob.ec/cartografia/50kxcartas/CAYAMBE_8417S.rar

Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología. (2015). Actualización del estudio de lluvias intensas. Recuperado de URL:

<https://es.scribd.com/doc/299727767/ESTUDIO-DE-LLUVIAS-INTENSAS-DEL-ECUADOR>

Leica Geosystems AG. (2008). Leica GPS1200 series. Heerbrugg. Obtenido de

[http://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/general/brochures-](http://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/general/brochures-datasheet/GPS1200_TechnicalData_es.pdf)

[datasheet/GPS1200_TechnicalData_es.pdf](http://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/general/brochures-datasheet/GPS1200_TechnicalData_es.pdf)

Ministerio de Obras Públicas. (2003). Normas de diseño geométrico de carreteras.

Recuperado de URL: [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)

[dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)

Ministerio de obras Públicas Chile . (2012). Seguridad vial. En manual de carreteras

seguridad vial (pp. 1-30). Recuperado de URL:

http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/manualdecarreteras/Documents/Actualizacion_Indexe-2012/Indexe%20MC-V6_2012.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Normativa vial. Perú .

Navarro, S. (2011). Diseño y cálculo geométrico vial. Recuperado de URL:

https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/curvas-horizontales_transiciones-y-peraltes1.pdf

10. ANEXOS